PHYSIKALISCHE ZEITSCHRIFT

No. 20. 15. Oktober 1912. Redaktionsschluß für No. 21 am 12. Oktober 1912. 13. Jahrgang.

INHALT:

Originalmitteilungen:

J. Zenneck, Über die Transformation eines Wechselstroms auf die dreifache Frequenz. S. 953.

C. W. Lutz, Neukonstruktion des Saitenelektrometers. S. 954.

N. Umow, Eine spektropolariskopische Methode zur Erforschung der Lichtabsorption und der Natur der Farbstoffe. S. 962.

G. Borelius, Gravitation und Elektrizität. S. 972.

J. Stark, Bemerkung über Zerstreuung von β-Strahlen und Röntgenstrahlen in Kristallen. S. 973.

W. Voigt, Nachtrag zu meiner Notiz über „Das Versagen des Kirchhoffschen Satzes über Emissions- und Absorptionsvermögen bei inhomogenen Körpern". S. 977.

W. Otto, Die Spaltkamera. S. 977.

Fr. Hauser, Über δ-Strahlen. Zur Entgegnung an Herrn Campbell. S. 979.

Zusammenfassender Bericht:

Bericht über die 19. Hauptversammlung der Deutschen Bunsengesellschaft für angewandte physikalische Chemie vom 16.—19. Mai in Heidelberg. S. 985.

Besprechungen:

E. Waetzmann, Die Resonanztheorie des Hörens. S. 988.

H. Gerhartz, Die Registrierung des Herzschalles. S. 989.

A. v. Fersmann u. V. Goldschmidt, Der Diamant. S. 989.

Jahrbuch der Naturwissenschaften XXXVI. S. 989.

F. Eichberg, Die Photogrammetrie bei kriminalistischen Tatbestandsaufnahmen. S. 990.

Personalien. S. 990.

Vorlesungsverzeichnis für das Wintersemester 1912/13. S. 990.

ORIGINALMITTEILUNGEN.

Über die Transformation eines Wechselstroms auf die dreifache Frequenz.

(Vorläufige Mitteilung.)

Von J. Zenneck.

Vor mehreren Jahren[1]) habe ich ein Verfahren angegeben, um einen Wechselstrom auf die doppelte Frequenz mit Hilfe eines ruhenden Transformators zu transformieren. Es besteht im einfachsten Fall[2]) darin, daß der Wechselstrom verzweigt, in jeden der beiden Zweige eine Ventilzelle V_1 bzw. V_2 (Fig. 1) eingeschal-

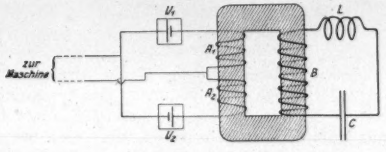


Fig. 1.

tet und beide Zweigleitungen auf den Kern eines Transformators aufgewickelt werden. Sind beide Ventilzellen entgegengesetzt geschaltet und der Wicklungssinn der beiden Wicklungen A_1 und A_2 (Fig. 1) auf dem Transformatorkern ebenfalls entgegengesetzt, so kann aus einer dritten Wicklung des Transformators ein Wechselstrom entnommen werden, dessen Frequenz doppelt so hoch ist, als diejenige des zugeführten Wechselstroms. — Das Verfahren kann auch für Hochfrequenzströme verwendet werden, vorausgesetzt, daß man die bekannten, für Hochfrequenz geeigneten Ventilzellen benutzt und den Transformator für Hochfrequenz passend (ev. eisenlos) baut. Außerdem empfiehlt es sich, an die Windung B, aus welcher der Wechselstrom doppelter Frequenz entnommen werden soll, einen Kondensator C und eine Selbstinduktion L anzuschließen von einer Größe, daß der entstehende Kondensatorkreis in Resonanz mit dem Wechselstrom doppelter Frequenz ist.

Das Verfahren, um einen Wechselstrom auf die dreifache Frequenz zu transformieren, beruht auf der bekannten Eigenschaft des Wechselstrom-Lichtbogens, daß seine Spannung eine unter Umständen sehr erhebliche Komponente dreifacher Frequenz besitzt. Die Schaltung ist im einfachsten Falle — es sind auch noch verschiedene andere Schaltungen möglich — diejenige von Fig. 2, d. h. dieselbe, die man

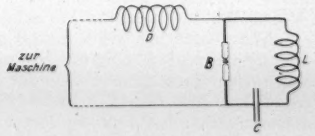


Fig. 2.

bei den Lichtbogengeneratoren verwendet. Der Wechselstrom, den die Maschine liefert, wird

1) J. Zenneck, Wied. Ann. **69**, 858, 1899. — Dieselbe Methode ist später Gegenstand eines nordamerikanischen Patents von H. Shoemaker und H. Clyde Snook Nr. 736884/1903 geworden.

2) Eine etwas andere Schaltung ist z. B. in dem erwähnten nordamerikanischen Patent enthalten.

unter Vorschaltung einer Drosselspule D durch den Lichtbogen B hindurchgeschickt; im Nebenschluß zu demselben liegen der Kondensator C und die Selbstinduktion L, die so bemessen sind, daß der Wechselstrom von dreifacher Frequenz[1]), welchen man in diesem Kondensatorkreis bekommt, eine maximale Amplitude erhält.

Die Energie, die man bei geeigneter Anordnung in dem Kondensatorkreis CL erhält, war bei meinen Versuchen eine sehr beträchtliche. Sie wird, wie von vornherein zu erwarten war, gesteigert durch im wesentlichen dieselben Mittel, die V. Poulsen benützt: Atmosphäre von Wasserstoff und Wasserstoffverbindungen, Magnetfeld und bis zu einem gewissen Grad auch Kühlung der Elektroden.

Die praktische Frage ist die, wie groß der auf diese Weise erzielbare Wirkungsgrad und wie groß die Regelmäßigkeit der Schwingungen dreifacher Frequenz wird. Darüber gedenke ich, sobald ich im Besitz der nötigen Apparate bin, Messungen anzustellen und über den Ausfall derselben zu berichten. Es muß sich dann zeigen, ob die Methode für drahtlose Telegraphie in Betracht kommen kann.

1) Man kann bei geeigneter Wahl von L und C natürlich auch Schwingungen erhalten, deren Frequenz den höheren Oberschwingungen der Bogenspannung entspricht; aber die Energie derselben ist verhältnismäßig klein.

Danzig-Langfuhr, Physikalisches Institut der Technischen Hochschule.

(Eingegangen 16. September 1912.)

Neukonstruktion des Saitenelektrometers.

Von C. W. Lutz.

Das von mir in dieser Zeitschrift beschriebene „Saitenelektrometer“[1]) habe ich in den letzten Jahren vielfach zu Messungen im Freien und im Laboratorium verwendet. Die hierbei gesammelten Erfahrungen führten zunächst zur Verbesserung einzelner Konstruktionsteile. Da aber weiterhin mein Bestreben dahin zielte, das Anwendungsgebiet des Instrumentes nach Möglichkeit zu erweitern, und es insbesondere auch zur Messung kleiner Spannungen und Elektrizitätsmengen einzurichten, entstand schließlich eine ganz neue Form des Saitenelektrometers. Bei der Durcharbeitung der neuen Konstruktion hat sich die Firma Edelmann & Sohn sehr verdient gemacht. Mit dem neuen Instrument habe ich unter anderem ein Jahr hindurch täglich den elektrischen vertikalen Leitungsstrom Luft—Erde nach der Methode von C. T. R. Wilson gemessen[1]), so daß die Neukonstruktion wohl auch praktisch so weit erprobt ist, daß sich eine Beschreibung derselben rechtfertigen dürfte.

1) Diese Zeitschr. **9**. 100 u. 642, 1908.

Das Prinzip des Elektrometers ist dasselbe geblieben. Ein äußerst dünner Platindraht, die Saite S (Fig. 2), ist isoliert zwischen zwei ebenfalls isolierten Schneiden J und A ausgespannt. Wird nun durch eine der noch zu besprechenden Schaltungen ein elektrisches Feld zwischen den Schneiden erzeugt, so biegt sich die Saite bei Aufladung durch. Die Größe dieser Durchbiegung, der Saitenausschlag, wird mit Hilfe eines Mikroskops M (Fig. 1) mit Okularmikrometer abgemessen und gibt ein Maß für das an die Saite angelegte Potential. Das Elektrometer muß empirisch geeicht werden.

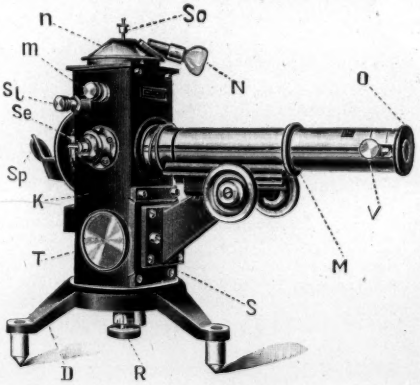


Fig. 1. Außenansicht des Saitenelektrometers.

Im einzelnen ist die Neukonstruktion in folgender Weise durchgeführt. Das Instrument besteht im wesentlichen aus zwei größeren, selbständigen Konstruktionsteilen, dem Gehäuse K (Fig. 1) mit Zubehör und dem „Einsatz“ E (Fig. 2). Der Einsatz E wird gebildet von einer massiven, oben und unten rechtwinklig umgebogenen, an den Ecken versteiften Messingplatte, die bei zusammengesetztem Elektrometer an der hinteren Wand des Gehäuses anliegt. Die obere Umbiegung, die „Kopfplatte“ P, und die Grundplatte G schließen dann das Gehäuse nach außen hin dicht ab. Durch sechs Schrauben, von denen vier, 1, 2, 3, 4 (Fig. 2), in der Kopfplatte und zwei, 5 und 6, an der Rückwand sitzen, wird der Einsatz unverrückbar im Gehäuse befestigt.

1) Sitzungsber. der Bayr. Akad. d. Wiss., math.-phys. Kl. 1911, S. 329.

Zwischen der oberen und unteren Umbiegung des Einsatzes ist die Saite S, ein Platindraht von 1—2 μ Dicke, isoliert ausgespannt. Sie ist mit beiden Enden an zwei kurze Messingstiftchen angelötet, die durch kleine Klemmringchen an entsprechend ausgehöhlten und von den Isolatoren gehaltenen Zapfen in leicht lösbarer Weise befestigt sind. Der obere Isolator besteht aus einer Bernsteinscheibe, die in die Kopfplatte P eingelassen ist (in der Fig. 2 nicht sichtbar); der untere B hat die Form eines Rotationskörpers von rautenförmigem Querschnitt. Beide Isolatoren, sowie die gleich zu erwähnenden Isolatoren der Schneiden sind aus echtem Bernstein gefertigt. Ihre isolierenden Oberflächen sind gegen früher wesentlich vergrößert worden, so daß auch ohne Anwendung der Natriumtrocknung (N Fig. 2 und unterhalb K Fig. 1) die Isolation bei normaler Luftfeuchtigkeit eine vorzügliche ist. Außerdem sind sämtliche Isolatoren von beiden Seiten frei zugänglich (der obere nach Abschrauben des konischen Kopfes n), so daß Störungen durch Staubfasern oder Beschmutzung leicht erkannt und beseitigt werden können. Die Aufladung der Saite geschieht von oben her, mittels der Stecksonde S_0, die frei durch eine kreisrunde Öffnung im Deckel n des Elektrometers hindurchtritt.

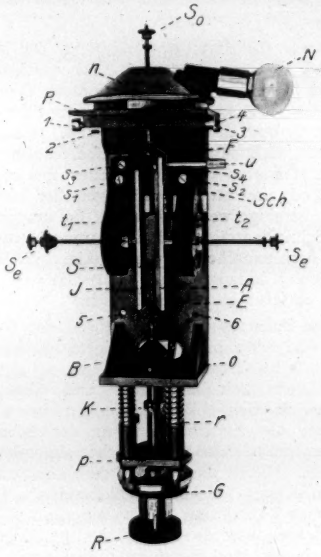


Fig. 2. Einsatz des Saitenelektrometers.

Während die obere Befestigungsstelle der Saite starr ist, läßt sich die untere B mittels der Spannschraube R (Teiltrommel mit Index) mikrometrisch auf und ab bewegen und so die Saitenspannung nach Belieben ändern. Zwei Stellschrauben in der Platte p (in der Fig. 2 nicht sichtbar) sorgen für eine Hubbegrenzung, so daß eine Gefährdung der Saite durch zu starke Spannung oder Entspannung ausgeschlossen ist. Um eine Änderung der Saitenspannung bequem bei zusammengesetztem Elektrometer vornehmen zu können, ragt die Spannschraube R unten durch das Gehäuse hindurch (Fig. 1). Diese besondere Lage der Spannschraube, inmitten der drei Stativfüße D, schützt sie vor jeder unbeabsichtigten Berührung, macht sie aber trotzdem für jede gewollte Änderung der Saitenspannung immer noch leicht zugänglich.

Die Führung des beweglichen Bernsteinstopfens B ist bei der neuen Konstruktion gleichzeitig als Temperaturkompensation ausgebildet. Sie besteht aus einem Nickelstahlstift, der lose innerhalb des geschlitzten Messingröhrchens r steckt und den Bernsteinkörper B trägt. Die Verbindung zwischen Stift und Röhrchen wird durch den verstellbaren Klemmring k hergestellt. Je nachdem nun der Klemmring weiter oben oder weiter unten am Messingröhrchen festsitzt, kommt ein kleineres oder größeres Stück Nickelstahl mit verschwindend kleinem linearen Ausdehnungskoeffizienten zur Wirkung. Damit läßt sich erreichen, daß der aus Messing bestehende Einsatz bei Temperaturänderungen dieselben Längenänderungen erfährt, wie die Platinsaite mit ihrem Fortsatz aus Nickelstahl und Messing. Die Regulierung der Temperaturkompensation durch Verstellen des Klemmringes kann bei herausgenommenem Einsatz vorgenommen werden, ohne daß die Saite entfernt zu werden braucht. Zu diesem Zwecke wird das kleine Schräubchen O, das sonst stets gelockert sein muß, angezogen, um hier eine feste Verbindung der lose ineinander steckenden Teile, Nickelstahlstift und Messingröhrchen, herzustellen; dann wird der Klemmring verstellt, seine Druckschraube fest angezogen und schließlich das Schräubchen O wieder gelöst. Zur Prüfung und Einstellung der Temperaturkompensation wurde das Elektrometer in einem besonders gebauten Thermostaten starken Temperaturänderungen unterworfen, und die Kompensation so reguliert, daß innerhalb des Temperaturbereiches von -15^0 bis $+30^0$ C die Empfindlichkeit konstant blieb. Wie notwendig eine Temperaturkompensation bei beider-

seits eingespannter Saite ist, zeigte die Untersuchung eines Elektrometers, bei welchem absichtlich alle Teile der Kompensation aus Messing hergestellt waren. Dieses, übrigens völlig gleichdimensionierte Instrument zeigte bei einer Temperaturänderung von nur 1^0 C bereits eine Änderung seiner Empfindlichkeit von ca. 1 Proz.

Zur Saite parallel sind, wie bei der älteren Konstruktion, zwei Schneiden, die „Influenzschneide" J und die „Abstoßschneide" A (Fig. 2) angeordnet. Im Gegensatz zur früheren Form sind aber jetzt diese beiden Schneiden nicht mehr starr mit dem Einsatz verbunden, sondern auf einem Schlitten *Sch* befestigt, der durch zwei Mikrometerschrauben S_l zu beiden Seiten des Gehäuses (in Fig. 1 ist nur die linke sichtbar) von außen her horizontal verschoben werden kann. Während nun der gegenseitige Abstand der beiden Schneiden unverändert bleibt, ca. 5 mm, kann so ihre Lage relativ zur feststehenden Saite verändert werden. Die Breite der Schlittenplatte ist derart bemessen, daß sie bei seitlicher Verschiebung durch Anstoßen an der Innenwand des Gehäuses als Hubbegrenzer wirkt, so daß eine Verletzung der Saite durch allzu starke Annäherung einer Schneide verhindert wird. An der Rückwand des Einsatzes sitzt eine, in der Fig. 2 nicht sichtbare Druckschraube, welche den Schlitten *Sch* in seiner jeweiligen Stellung festzuhalten gestattet. Die seitliche Verschiebungsmöglichkeit der Schneiden ist namentlich bei der noch zu besprechenden „Saitenschaltung" von Vorteil, um nach links und rechts gleich große Saitenausschläge zu erzielen.

Als sehr vorteilhaft hat sich auch die weitere Konstruktionsänderung erwiesen, daß die Träger t_1 und t_2 (Fig. 2) der Schneiden um je eine Achse drehbar sind und nach beiden Seiten in eine Ebene herausgeklappt werden können, nachdem die Befestigungsschräubchen s_3, s_4 gelöst sind. Nach Umlegung der Schneiden wird nunmehr die obere und untere Befestigungsstelle der Saite frei zugänglich, so daß zum Einziehen einer neuen Saite die von Edelmann konstruierte „Transport- und Einziehbüchse" (Fig. 4) verwendet werden kann. Dieses einfache Hilfsinstrument, das sich bereits bei den Saitengalvanometern trefflich bewährt hat, ermöglicht selbst Ungeübten das Einziehen einer neuen Saite ohne Schwierigkeit. Die Anwendung der Einziehbüchse soll weiter unten, in dem Abschnitt „Handhabung" des Elektrometers, noch näher erläutert werden. Hier sei noch ein weiterer Vorteil erwähnt, der mit der neuen Einrichtung verbunden ist. Neben dem eben erwähnten einem Schraubenpaar s_3, s_4, die als Zugschrauben ausgebildet sind, ist noch ein zweites Schraubenpaar s_1 und s_2 an den Schneidenträgern angebracht, die als Druckschrauben wirken. Durch entsprechende Verdrehung der zusammengehörigen Schräubchen s_1, s_3 und s_2, s_4 läßt sich jede Schneide für sich um geringe Beträge nach vorwärts und rückwärts verstellen. Auf diese Weise läßt sich nach kurzem Probieren erreichen, daß das Saitenbild über den ganzen Okularmaßstab hin gleichmäßig scharf bleibt, selbst bei den größten Saitenausschlägen. Dazu muß allerdings der Einsatz, unter Umständen mehrmals, aus dem Gehäuse herausgenommen werden, doch ist dieses Einregulieren der Schneiden nur nach dem Einziehen einer neuen Saite notwendig.

Auch die Form der Isolatoren der beiden Schneiden wurde geändert. Sie werden jetzt durch je eine Scheibe aus echtem Bernstein gebildet, die in die zugehörigen Schneidenträger t_1 bzw. t_2 eingelassen sind. Damit ist erreicht, daß nunmehr die Oberflächen auch dieser Isolatoren von beiden Seiten frei zugänglich sind, und etwaige Störungen der Isolation leicht beseitigt werden können. Bei umgeklapptem Schneidenträger läßt sich, wenn notwendig, jede Bernsteinscheibe zum Zwecke gründlicher Reinigung herausnehmen, ohne daß dabei die Saite entfernt zu werden braucht.

Die Zuleitungssonden S_e, S_e zu den Schneiden sind jetzt nicht mehr eingeschraubt, sondern als Stecksonden ausgebildet, so daß sie mit Leichtigkeit angesteckt und abgezogen werden können. Bei Messungen im Freien müssen die Eintrittsöffnungen der Schneidesonden im Gehäuse winddicht abgeschlossen werden. Hierzu dienen zwei durchbohrte Bernsteinscheibchen, welche in die, die Sonden S_e, S_e umgebenden Rohrstutzen (Fig. 1) eingelegt werden. Bei Verwendung dieser Abdichtungsscheibchen, die nur bei Messungen im Freien nötig sind, ist, namentlich nach einer etwa vorgenommenen Kippung der Schneiden, für eine gute Zentrierung der eben erwähnten Rohrstutzen zu sorgen, so daß die Stecksonden leicht und ohne sich zu klemmen eingeführt werden können. Zu diesem Zwecke lassen sich die Rohrstutzen nach Lockerung ihrer Befestigungsschrauben in der Ebene der anliegenden Gehäusewand nach allen Richtungen hin verschieben.

Zur Herstellung der noch zu besprechenden „Doppelschaltung" wird die Abstoßschneide A durch die Druckfeder F (Fig. 2) leitend mit der Saite verbunden. Dies geschieht mittels des Schlüssels u, der nach Entfernung der Schraube m (Fig. 1) durch die Gehäusewand eingeführt und nach Herstellung der Verbindung wieder abge-

zogen wird. Die Fig. 2 zeigt den angesteckten Schlüssel *u*.

Eine wesentliche Verfeinerung der Ablesung konnte durch die Verwendung eines Zeißschen Mikroskopes mit Zahn- und Triebbewegung erzielt werden. Das Mikroskop *M* (Fig. 1) ist auf dem Schlitten *S* befestigt, der mittels der Mikrometerschraube *T* seitwärts verstellt werden kann, so daß durch die Triebverstellung (bei *M* in der Fig. 1) die Saite scharf eingestellt und durch die seitliche Schlittenverschiebung mit dem Nullpunkt der Mikrometerskala zur Koinzidenz gebracht werden kann. Marken an den beiden Mikroskopschlitten erleichtern das Auffinden der Saite. Das Okular-Mikrometer, ebenfalls von Zeiß gefertigt, besitzt eine hundertteilige Skala mit einem Längsstrich durch die Mitte und doppelter Bezifferung (Fig. 3). Das

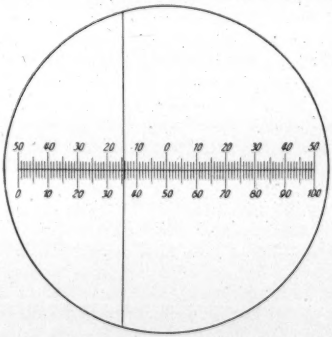


Fig. 3. Okularmikrometer des Saitenelektrometers.

Scharfeinstellen des Mikrometers geschieht durch Verschiebung der Augenlinse *O* (Fig. 1), nach Festklemmen des Okulars im Tubus durch die Druckschraube *V*. Die untere Bezifferung des Okularmaßstabes dient bei Verwendung des Elektrometers ohne Hilfsladung, wo die Saitenausschläge nur nach einer Seite hin erfolgen, die obere Bezifferung beim Gebrauch von Hilfsladungen, wenn durch Kommutierung des Saitenpotentials Ausschläge nach links und rechts erzielt werden sollen. Der Abstand zweier Mikrometerskalenteile (0,0058 mm) wurde so gewählt, daß sich beim Anvisieren eines Saitenrandes die Zehntel Skalenteile noch sicher schätzen lassen, wobei der die Teilung durchsetzende Strich gute Dienste leistet. Zur scharfen Ablesung trägt noch besonders bei, daß die Saite, selbst bei der schwächsten, zulässigen Anspannung, noch völlig gerade durch das Gesichtsfeld läuft, so wie dies in der Fig. 3 dargestellt ist, wo die Saite zwischen Skalenteil 35 und 36 eingezeichnet ist.

Als Objektiv hat sich am besten das Zeißsche Achromat-Objektiv *A* bewährt, dessen großer freier Objektabstand von 9 mm eine Störung des elektrischen Feldes zwischen den Schneiden ausschließt. Als Okular eignet sich am besten das orthoskopische Arbeitsokular $f = 9$ mm mit verstellbarer Augenlinse. Diese Zusammenstellung ergibt eine ca. 290fache Vergrößerung. Zur Beleuchtung des Mikroskops dient der nach allen Richtungen hin verstellbare Spiegel *Sp* (Fig. 1) an der Rückwand des Gehäuses. Für Projektions- und Registrierzwecke kann das Mikroskop ohne weiteres als Projektionskopf verwendet werden.

Die Einstellung der Saite beim Laden erfolgt momentan, die Saite schnellt in ihre jeweilige Gleichgewichtslage und kehrt beim Erden mit größter Genauigkeit wieder auf ihren Nullpunkt zurück, der sich ausgezeichnet erhält. Geladen und ungeladen bleibt die Saite völlig ruhig in ihrer jeweiligen Gleichgewichtslage stehen. Erschütterungen werden erst bei starker Entspannung wahrnehmbar, stören aber die Ablesung nicht. Eine besonders erschütterungsfreie Aufstellung ist daher unnötig. Luftströmungen, die sich etwa im Innern des Gehäuses ausbilden mögen, sind ohne allen Einfluß. Aber auch der Wind vermag die Saite bei Messungen im Freien nicht zu bewegen, wenn nur durch Einlegen der abdichtenden Bernsteinscheiben für einen guten Abschluß des Gehäuses gesorgt wird.

Eine am Gehäuse, gegenüber von *T* angebrachte Klemmschraube (in der Fig. 1 nicht sichtbar) dient zum Erden.

Die Gesamthöhe des Elektrometers beträgt 22 cm, die Seitenlänge des quadratischen Gehäusequerschnitts 5 cm, das Gewicht des Elektrometers samt Zubehör 2,7 kg.

Handhabung.

Ist das Elektrometer geeicht, wozu die nachstehenden Ausführungen einen ersten Anhalt geben sollen, so ist seine Handhabung eine äußerst einfache. Man braucht das Instrument nur auf eine annähernd horizontale Unterlage zu stellen, die Sonden anzustecken, die Saite auf den Nullpunkt des Mikrometers einzustellen, und das Elektrometer ist zur Messung bereit. Bei stärkerer Saitenspannung braucht auch nicht einmal die Unterlage festzustehen, da die Saite dann gegen Erschütterungen und Neigungen in hohem Maße unempfindlich ist.

Bei Messungen im Freien ist das Elektrometer im Schatten aufzustellen, oder durch einen Schirm gegen direkte Sonnenbestrahlung zu

schützen, weil durch die einseitige Erwärmung eine Verzerrung des Gehäuses und Einsatzes eintreten kann, die natürlich durch die Temperaturkompensation nicht ausgeglichen wird. Auch leidet die Optik im direkten Sonnenlichte leicht Schaden. Bei stärkerer Luftbewegung sind die oben erwähnten Bernsteinscheiben einzulegen, um das Gehäuse völlig abzudichten.

Bei der Neukonstruktion des Saitenelektrometers wurde ganz besonders auch darauf Bedacht genommen, daß die Zerlegung des Instrumentes, und das Einziehen einer neuen Saite selbst von ganz Ungeübten ohne alle Schwierigkeit ausgeführt werden kann. Wer die im folgenden gegebene Anleitung nur einigermaßen beachtet, wird finden, daß die äußerst dünnen Platinfäden bei sachgemäßer Behandlung von geradezu unbegrenzter Haltbarkeit sind. Ich selbst habe mehrere Jahre hindurch mit ein und derselben Saite gearbeitet, sie absichtlich mehrmals aus dem Elektrometer herausgenommen und wieder zurückversetzt, ohne daß sie gerissen ist. Um nun auch denen, die noch mit keinem Saiteninstrument gearbeitet haben, die Handhabung des Elektrometers möglichst zu erleichtern, seien im folgenden die Handgriffe aufgezählt, die der Reihe nach beim Herausnehmen des Einsatzes mit Saite vorzunehmen sind: Entspannen der Saite durch Hineindrehen der Spannschraube um ca. 10 kleine Trommelteile. Abziehen der Zuleitungssonden. Herausdrehen der beiden Schlittenschrauben S_1 (Fig. 1) um ca. 5 mm. Völlige Entfernung der beiden unteren Befestigungsschrauben 5 und 6 (Fig. 2) an der Rückwand des Gehäuses. Lockern der vier Schrauben 1—4 an der Kopfplatte des Elektrometers, ohne sie ganz zu entfernen. Zurückdrehen des Mikroskops bis zum Anschlag. Anfassen des Einsatzes an der Kopfplatte und senkrechtes Herausziehen desselben, dabei an der hinteren Gehäusewand leicht Fühlung nehmend.

Beim Wiederhineinsetzen des Einsatzes sind die eben aufgezählten Handgriffe sinngemäß in umgekehrter Reihenfolge vorzunehmen. Dabei sind die rückwärtigen Befestigungsschrauben 5 und 6 leicht anzuziehen, die Schrauben 1—4 der Kopfplatte dagegen fest.

Das Einziehen einer neuen Saite wird durch Verwendung der Saitenbüchse, in welcher die Firma Edelmann auch die Saiten verschickt, wesentlich erleichtert. Diese Vorrichtung (Fig. 4) besteht aus einer äußeren Schutzhülse a, in welche ein geschlitztes Messingrohr c eingeschoben und oben und unten durch zwei Federn g für den Transport weich gelagert ist. Bei aufgeschraubtem Deckel b ist die Saite bruchsicher (stark entspannt), luft- und staubdicht verwahrt

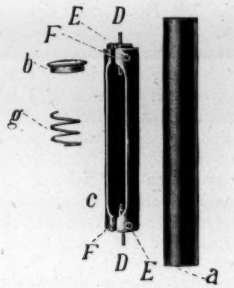


Fig. 4. Transport und Einziehbüchse für die Saite.

und kann leicht verschickt werden. Im Innern der Büchse c ist die Saite in locker gespanntem Zustande enthalten. Sie wird hier durch zwei Schrauben EE, welche gegen ihre Endstiftchen DD drücken, festgehalten.

Beim Einziehen einer neuen Saite verfährt man zweckmäßig folgenderweise: Herausnehmen des Einsatzes, wie oben beschrieben. Entfernen aller Überreste einer etwa zerrissenen Saite (Abpinseln). Lösen und Zurückschieben der Klemmringchen, durch welche die Endstiftchen der Saite im Einsatze festgehalten werden. Auseinanderklappen der Schneiden. Hineindrehen der Spannschraube R (Fig. 2) um eine ganze Umdrehung. Herausholen der Einziehbüchse c (Fig. 4) aus ihrer Schutzhülse a. Saite mit der Büchse in das Elektrometer einsetzen, die offene Hälfte der Büchse c nach oben gewendet. Drehen der Büchse nach vorwärts, bis die Nuten der Stiftchen DD (Fig. 4) nach oben zu stehen kommen. Anschrauben der Stiftchen DD mittels der Klemmringe, so daß jetzt die Saite mit der Büchse fest im Einsatz sitzt. Lösen der Befestigungsschrauben EE (Fig. 4) an beiden Enden der Saitenbüchse, diese leicht von unten her gegen die Stiftchen DD andrückend. Drehen der Saitenbüchse so, daß die Schlitze an ihren beiden Enden senkrecht nach abwärts gerichtet sind, die geschlossene Hälfte der Büchse nach oben, die offene nach unten gewendet ist. Herausziehen der Saitenbüchse, diese an beiden Enden erfassend, senkrecht nach oben.

Die Saite sitzt jetzt fest im Einsatz, ist aber noch viel zu locker gespannt, so daß sie in dem nie fehlenden Luftzuge fortwährend flattert. Sie muß jetzt angespannt werden, und der Hubbegrenzer für die Spannungsänderung entsprechend reguliert werden, was am besten folgendermaßen ausgeführt wird: Einsatz von vorne beleuchten, so daß die Saite deutlich sichtbar ist. Langsames Herausdrehen der Spannschraube, so lange, bis die Saite nicht

mehr flattert und bei vorsichtigem, leichtem Anblasen nur mehr schwach erzittert. Man kann dabei ein eigenartiges Flimmern der Saite beobachten, das den Eindruck einer raschen Rotation der Saite um ihre eigene Achse hervorruft. Damit ist die stärkste, zulässige Saitenspannung erreicht. Einstellung der einen Anschlagschraube des Hubbegrenzers auf diese stärkste Saitenspannung, so daß bei weiterem Herausdrehen die Spannschraube nunmehr leer geht. Wiederentspannen der Saite durch Hineindrehen der Spannschraube um höchstens eine ganze Umdrehung und Einstellen der anderen Anschlagschraube, welche die Entspannung der Saite begrenzt. Zurückversetzen des Einsatzes ins Gehäuse bei etwas entspannter Saite.

Schaltungen.

Das Saitenelektrometer kann, ebenso wie das Quadrantelektrometer in verschiedenen Schaltungen verwendet werden. Ohne Benutzung einer Hilfsladung hat man zwei Schaltungsmöglichkeiten, die „Influenzschaltung" und die „Doppelschaltung".

1. Influenzschaltung. Beide Schneiden werden durch einen dünnen Leitungsdraht mit der Erdklemme des Gehäuses verbunden, also mit diesem geerdet. Die Feder F (Fig. 2) muß zurückgeschraubt sein. Die Schneiden werden am besten so verschoben, daß die Saite angenähert in der Mitte steht, etwas näher der Influenzschneide J (Fig. 2), damit die Saitenausschläge nach dieser hin und somit im Sinne der wachsenden Zahlen des Okularmikrometers (Fig. 3) erfolgen. Diese Einstellung ist, bei abgenommenem Mikroskope, leicht mit bloßem Auge ausführbar.

In Influenzschaltung ist das Saitenelektrometer besonders zur Messung höherer Potentiale von etwa 100 bis 750 Volt geeignet. 750 Volt ist praktisch die oberste Grenze des Meßbereiches bei Verwendung dünnster Saiten. Bei Saiten von 1—2 μ Dicke beginnt nämlich bereits bei einer statischen Ladung auf ca. -750 Volt oder $+1000$ Volt die Ausstrahlung. Bei Ladungen auf ca. 1100 Volt reißen diese feinsten Saiten. Zweckmäßig wird die Anspannung so reguliert, daß die Saite bei der erwähnten Höchstladung von 750 Volt bereits den ganzen Okularmaßstab durchlaufen hat. Zur Einstellung dieser Saitenspannung wird zunächst die Saite ganz gespannt (Trommelteil 0) und dann mittels eines Ladestiftes von Spindler & Hoyer, oder durch sehr vorsichtiges und langsames Annähern einer schwach geriebenen Hartgummistange mehr und mehr negativ geladen. Ist ein bestimmter, maximaler Ausschlag erreicht, so biegt sich die Saite nicht mehr weiter durch, sondern zeigt durch heftiges Zucken den Beginn der Ausstrahlung an. Die Saite wird nun so weit entspannt, daß bei einer Wiederholung des Versuches das Erzittern erst am Ende des Okularmaßstabes eintritt. Bei meinem Instrument genügte hierzu eine Entspannung der Saite durch Hineindrehen der Spannschraube um 6 kleine Trommelteile (Trommelteil 6). Auf diese Weise wurde die Eichkurve Nr. 1 Fig. 5 gewonnen. Man ersieht

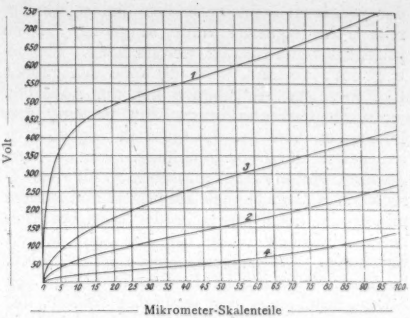


Fig. 5. Saitenelektrometer-Eichkurven ohne Hilfsladung.

aus ihr, daß sich das günstigste Verwendungsgebiet der Influenzschaltung von ca. 400—750 Volt erstreckt. Innerhalb dieses Meßbereichs beträgt die Empfindlichkeit im Mittel: 1 Mikrometer-Skalenteil (1 M.-T.) = 4 Volt. Da sich die Zehntel M.-T. noch gut schätzen lassen, so ist die Ablesegenauigkeit im Mittel: 0,1 M.-T. = 0,4 Volt. Um mit annähernd gleicher Genauigkeit höhere Potentiale als 750 Volt zu messen, wird man sich mit Vorteil des von M. Dieckmann[1]) angegebenen „Elektrometerwehres" bedienen, das vom Erfinder selbst bereits dem Saitenelektrometer angepaßt worden ist.

Um auch bei Influenzschaltung eine höhere Anfangsempfindlichkeit zu erreichen, braucht nur die Influenzschneide der Saite genähert zu werden. Bei Annäherung bis auf ca. 1 mm an die Saite ergibt sich für mäßige Saitenspannung eine Eichkurve von fast demselben Verlaufe, wie Nr. 3 Fig. 5. Bei stärkerer Anspannung der Platinsaite verläuft die Eichkurve zwischen Nr. 3 und Nr. 1. Ein solches Heranschieben der Influenzschneide an die Saite empfiehlt sich aber nur dann, wenn bei kleinster Kapazität eine besonders große Unempfindlichkeit gegen Neigungen und Erschütterungen verlangt wird, wozu eben eine starke Anspannung der Saite notwendig ist. In allen anderen Fällen wird

1) M. Dieckmann, diese Zeitschr. 13, 108, 1912.

aber die Empfindlichkeitserhöhung viel besser durch die gleich zu besprechende „Doppelschaltung" erreicht.

Die Kapazität des Saitenelektrometers in Influenzschaltung, gemessen nach der Methode von F. Harms[1]), beträgt ohne Deckel und Sonde 2,3 cm, mit Deckel und Sonde 3,3 cm. Sie ist also kleiner als bei der älteren Elektrometerform (4,2 cm). Die Kapazitätsänderung durch die Ausbiegung der geladenen Saite nach der geerdeten Influenzschneide hin ist, wie bereits früher[2]) gezeigt wurde, so gering, daß sie praktisch vernachlässigt werden kann. Sie beträgt im Maximum, wenn die Saite den ganzen Okularmaßstab durchlaufen hat, nur 0,007 cm.

2. Doppelschaltung. Zur Messung von Potentialen von ca. 2—430 Volt eignet sich am besten die Doppelschaltung. Um sie herzustellen wird die Zuleitungssonde S_z zur Abstoßschneide A (Fig. 2) ganz abgezogen und letztere mittels des Schlüssels u in der oben beschriebenen einfachen Weise mit der Saite leitend verbunden. Die Influenzschneide ist zu erden. In dieser Schaltung ist die Empfindlichkeit des Saitenelektrometers eine wesentlich größere, der Meßbereich natürlich dementsprechend kleiner. Dies zeigen die Eichkurven Nr. 1 und Nr. 2 Fig. 5, welche beide bei der gleichen Saitenspannung (Trommelteil 6) aufgenommen wurden. Nr. 1 gilt, wie oben erwähnt, für Influenzschaltung, dagegen Nr. 2 für Doppelschaltung. Bei dieser mäßigen Saitenspannung lassen sich in Doppelschaltung Potentiale von 5—270 Volt messen. Der günstige Meßbereich geht hier von etwa 20—270 Volt bei einer mittleren Empfindlichkeit von: 0,1 M.-T. = 0,3 Volt. Bei weiterer Lockerung der Saite um ca. 4 kleine Trommelteile (Tr.-T. 10), wird die Anfangsempfindlichkeit noch etwas gesteigert (Nr. 4, Fig. 5). Es lassen sich so Potentiale von 2 bis 130 Volt messen, bei einer mittleren Empfindlichkeit von: 0,1 M.-T. = 0,2 Volt. Zur Messung kleinerer Potentiale als 2 Volt ist eine Hilfsladung nötig, wie dies weiter unten erläutert werden wird. Bei stärkst gespannter Saite (Tr.-T. 0) ergibt sich die Eichkurve Nr. 3, Fig. 5. Der Meßbereich geht hier von 10—420 Volt. Die Empfindlichkeit beträgt zwischen 60 und 420 Volt im Mittel: 0,1 M.-T. = 0,4 Volt. Bei dieser stärksten Saitenspannung ist das Elektrometer in hohem Maße unempfindlich gegen Neigungen und Erschütterungen.

Die Kapazität bei Doppelschaltung beträgt ohne Deckel und Sonde 4,7 cm, mit Deckel und Sonde 5,7 cm. Sie ist also auch in dieser Schaltung wesentlich kleiner als beim älteren Modell (9,5 cm).

In Doppelschaltung eignet sich das Elektrometer auch zur Messung von Potential-Differenzen. Das kleinere Potential wird zu diesem Zweck an die nunmehr zu isolierende Influenzschneide, das größere an die Saite und die mit ihr verbundene Abstoßschneide angelegt. Der Saitenausschlag gibt dann unmittelbar ein Maß für die Potentialdifferenz. So lange das kleinere, an die Influenzschneide angelegte Potential 20 Volt nicht überschreitet, kann zur Auswertung des Saitenausschlages in Volt die bei gewöhnlicher Doppelschaltung, also geerdeter Influenzschneide, erhaltene Eichkurve verwendet werden. Bei größeren Potentialen an der Influenzschneide sind Korrekturen anzubringen, wie ich dies bereits früher[1]) ausgeführt habe.

Selbstverständlich gelten alle hier aufgeführten Zahlenangaben und Eichkurven genau nur für das von mir untersuchte Instrument. Wenn auch die Eichwerte der von der Firma Edelmann nach einheitlichem Konstruktionsplan angefertigten Elektrometer nicht viel voneinander abweichen, so ist doch jedes einzelne Instrument für sich zu eichen.

Wurde einmal die Saitenspannung geändert, so läßt sich trotzdem eine bereits früher erhaltene Eichkurve reproduzieren, wenn die Saite genau wieder so stark gespannt wird, wie bei der erstmaligen Eichung. Dazu genügt es aber nicht, den Index der Spannschraube auf den früher gewählten Teilstrich der Trommel wieder einzustellen. Man muß vielmehr ein bestimmtes und bekanntes Potential an die Saite anlegen und nunmehr deren Spannung so regulieren, daß sich für dieses Potential genau derselbe Saitenausschlag ergibt, wie bei der erstmaligen Eichung. Ist auf diese einfache Weise ein Punkt der Eichkurve festgelegt, so stimmt deren ganzer Verlauf mit der früheren Eichung überein, vorausgesetzt, daß inzwischen an der Stellung der Schneiden zur Saite nichts geändert wurde.

Während bei den eben beschriebenen Schaltungen das Saitenelektrometer nur die Größe, nicht aber zugleich das Vorzeichen eines Potentials zu bestimmen gestattet, lassen sich bei Verwendung von Hilfsladungen Potentiale von 0,001—750 Volt nach Größe und Vorzeichen messen. Der jeweilige Meßbereich, innerhalb dieses Gesamtintervalls, hängt wesentlich von der Größe der Hilfsladung und der Saitenspannung ab. Es stehen auch hier verschiedene Schaltungsmöglichkeiten zu Gebote.

1. Saitenschaltung. Die beiden Schneiden

1) F. Harms, diese Zeitschr. **5**, 47, 1904.
2) C. W. Lutz, Sitzungsber. d. Bayr. Akad. d. Wiss. math.-phys. Kl., 14. Abhandl. 1909, S. 10.

1) Diese Zeitschr. **9**, 105, 1908.

werden mittels einer Batterie auf entgegengesetzt gleich große Potentiale dauernd geladen. Hierzu eignen sich für kleinere Hilfsladungen, bis 10 Volt, kleine Bornhäuser Akkumulatoren. Für größere Hilfsladungen haben sich bei meinen Messungen Krüger-Batterien[1]) bestens bewährt. Bei Verwendung von Hilfsladungen ist die Verschiebbarkeit der Schneiden von großem Vorteil. Durch entsprechende seitliche Verschiebung der Schneiden läßt sich nämlich leicht erreichen, daß beim Kommutieren des an die Saite angelegten Potentials die Ausschläge nach links und rechts gleich groß werden, und daß der Nullpunkt bei geladenen und geerdeten Schneiden derselbe bleibt. Als Nullpunkt dient jetzt der Mittelteilstrich der Mikrometerskala (Fig. 3) und es gilt hier die obere Bezifferung.

Zur Messung höherer Potentiale genügen Hilfsladungen bis ± 10 Volt. Fig. 6a zeigt vier

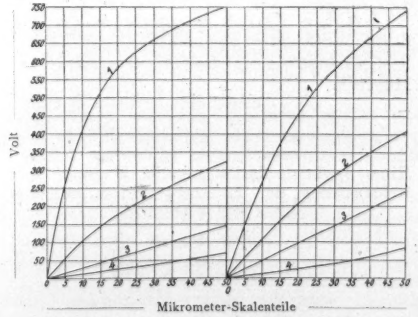


Fig. 6a. Hilfsladung + 4 Volt. Fig. 6b. Hilfsladung ± 10 Volt.

Saitenelektrometer-Eichkurven bei kleiner Hilfsladung.

Eichkurven bei einer Hilfsladung von + 4 Volt und verschiedenen Saitenspannungen. Bei Nr. 1 wurde die Saitenspannung (4 Tr.-T.) so gewählt, daß die Ausstrahlung erst begann, nachdem die Saite bereits den ganzen Okularmaßstab durchlaufen hatte. Der Meßbereich geht hier von 5—750 Volt; die Empfindlichkeit beträgt im Mittel: 0,1 M.-T. = 2 Volt. Entspannt man die Saite weiter, auf 9 Tr.-T., so ergibt sich bei kleinerem Meßbereiche (1—323 Volt) eine wesentlich gestrecktere Form der Eichkurve, die aber immer noch nach oben durchgebogen ist (Fig. 6a, Nr. 2). Die Empfindlichkeit beträgt im Mittel 0,1 M.-T. = 0,6 Volt. Bei noch stärkerer Entspannung der Saite (13 Tr.-T.) biegt sich die Eichkurve nach unten durch (Fig. 6a, Nr. 4). Der Meßbereich geht hier von 0,1—70 Volt. Die Empfindlichkeit beträgt im Mittel 0,1 M.-T. = 0,14 Volt. Dazwischen nun gibt es eine Saitenspannung (11 Tr.-T.), bei welcher die Eichkurve innerhalb des Bereichs des Okularmikrometers geradlinig verläuft (Fig. 6a, Nr. 3). Der Meßbereich erstreckt sich von 0,3—147 Volt, die Empfindlichkeit beträgt durchaus: 0,1 M.-T. = 0,3 Volt. So läßt sich bei jeder Hilfsladung an den Schneiden eine Saitenspannung finden, bei welcher die Saitenausschläge den Saitenpotentialen direkt proportional sind. Dies ist von besonderem Vorteil, wenn man das Elektrometer zur photographischen Registrierung verwenden will.

In Fig. 6b sind die entsprechenden Eichkurven für eine Schneidenladung von ± 10 Volt gezeichnet. Sie verlaufen alle steiler, aber auch gestreckter, so daß sich gerade diese Hilfsladung besonders zur Messung von Potentialen zwischen 0,1 und 750 Volt eignen dürfte. Je nach dem Potentialbereiche, innerhalb welchem man zu messen beabsichtigt, wird man also die Saitenspannung wählen und für Registrierzwecke die geradlinig verlaufende Eichkurve bevorzugen (Fig. 6b, Nr. 3. Meßbereich 0,5 bis 242 Volt; Empfindlichkeit 0,1 M.-T. = 0,5 Volt).

Zur Messung kleinerer Potentiale als 0,1 Volt sind größere Hilfsladungen notwendig. Die Saite wird so weit entspannt, daß sie sich gerade noch außerhalb der labilen Gleichgewichtslage befindet. Fig. 7, Nr. 1 zeigt eine Eichkurve bei ± 50 Volt Schneidenladung. Die Eichkurve verläuft in ihrem Anfangsstück geradlinig, biegt sich aber dann bald nach aufwärts. Ein Potential von 0,001 Volt erzeugt bereits einen Saitenausschlag von 0,1 M.-T.

Bei dieser hohen Empfindlichkeit stören alle Influenzwirkungen von außen her, namentlich dann, wenn der Beobachter selbst nicht auf einer gut geerdeten Unterlage steht. Um derlei Störungen zu vermeiden, wird zweckmäßig ein geerdeter Blechschirm vor das Elektrometer gestellt, der eine Öffnung für den Durchtritt des Mikroskops erhält. Bei Beachtung dieser Vorsichtsmaßregel kann man mit der Hilfsladung noch höher gehen, und so die Empfindlichkeit des Elektrometers steigern, ohne daß dadurch die Messung unbequem werden würde. So erhält man bei einer Schneidenladung von ± 100 Volt bereits für ein Potential von 0,0006 Volt einen Saitenausschlag von 0,1 M.-T., Eichkurve Nr. 2, Fig. 7. Solch höhere Hilfsladungen eignen sich aber nur zur Messung kleiner Potentiale, bis etwa 0,5 Volt, weil darüber hinaus die Eichkurve steil ansteigt, steiler als bei der niedereren Ladung von ± 50 Volt (Fig. 7, Nr. 1). Durch noch größere Schneidenladungen als ± 100 Volt läßt sich zwar die

1) F. Krüger, diese Zeitschr. 7, 182, 1906.

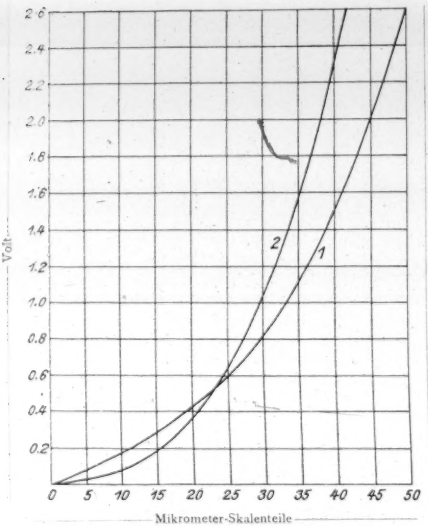


Fig. 7.
Nr. 1. Hilfsladung + 50 Volt. No. 2. Hilfsladung + 100 Volt. Saitenelektrometer-Eichkurven bei größeren Hilfsladungen.

Anfangsempfindlichkeit weiter steigern, doch erleidet dann die außerordentliche Einfachheit der Handhabung, die das Saitenelektrometer auszeichnet, eine Einbuße und zwar aus folgendem Grunde. Bei Verwendung größerer Schneidenladungen als ca. + 50 Volt ist zunächst die Saite ganz anzuspannen, dann die Schneidenladung anzulegen und nunmehr die Saite langsam so weit zu entspannen, bis die labile Gleichgewichtslage nahezu erreicht ist. Man kann dann unbedenklich die Schneidenladung abschalten und wieder anlegen, ohne daß durch die damit verbundene heftige Saitenbewegung die Saite zerrissen wird. Dies geht bis zu Hilfsladungen von etwa + 200 Volt. Darüber hinaus darf aber die Schneidenladung nicht auf einmal ganz eingeschaltet werden, sondern sie ist allmählich zu steigern, um die Saite nicht zu gefährden. Hierzu ist nun eine besondere Vorrichtung notwendig, die bei Schneidenladungen unter + 200 Volt wegfällt.

Die Kapazität des Elektrometers in Saitenschaltung beträgt ohne Deckel und Sonde 2,3 cm, mit Deckel und Sonde 3,3 cm.

Gerade diese kleine Kapazität, in Verbindung mit der hohen Voltempfindlichkeit macht das Saitenelektrometer besonders geeignet zur Messung kleiner Elektrizitätsmengen. Zur direkten Messung kleiner Elektrizitätsmengen hat sich ganz besonders die Verbindung des Saitenelektrometers mit dem Wilsonschen „Kompensator“[1]) bewährt. Das Elektrometer wird hier als Nullpunkt-Instrument verwendet, und man gewinnt so alle die Vorteile, durch die sich Nullmethoden auszeichnen. Ich habe durch zahlreiche Messungen im Laboratorium und, wie eingangs erwähnt, auch im Freien die Wilsonsche Methode aus eigener Erfahrung sehr schätzen gelernt.

2. Schneidenladung. Entsprechend der Quadrantschaltung beim Quadrantelektrometer wird hier das Hilfspotential an die Saite angelegt, das zu messende Potential an die eine Schneide, während die andere dauernd geerdet bleibt. Diese Schaltung eignet sich weniger zur Messung kleiner Elektrizitätsmengen, weil die Kapazität der isolierten Schneide mit Zuleitungssonde erheblich größer ist als die der Saite allein.

1) C. T. R. Wilson, Proceed. of the Cambridge Philos. Soc. **13**, 184 u. 363, 1905 06.

[Erdmagnetisches Observatorium (Sternwarte) München.]

(Eingegangen 16. September 1912.)

Eine spektropolariskopische Methode zur Erforschung der Lichtabsorption und der Natur der Farbstoffe.

Von N. Umow.

(Mit Tafel XXIX u. XXX.)

Das Wesen der Methode.

1. Die übliche spektroskopische Methode für die Untersuchung der Lichtabsorption und ihre Anwendung zum Nachweis der Natur der Farbstoffe ist auf der Beobachtung der Absorptionsspektra der Lösungen im durchgehenden natürlichen Lichte gegründet. Es werden dabei die Lage, Breite und Dunkelheit der Absorptionsbanden bestimmt und durch Kurven abgebildet. Dabei stößt man aber auf Schwierigkeiten wegen der Verwaschenheit der Grenzen der Streifen und der Dunkelheitsmaxima. Die Ungenauigkeit in der Bestimmung dieser Absorptionscharakteristiken wird zwar vermindert durch Beobachtung stark verdünnter Lösungen in dünnen Schichten, d. h. bei der Reduktion der Breite der Absorptionsbanden, aber sie bleibt immer da. Dieses Verfahren hat außerdem den Nachteil, daß es zum Verschwinden schwacher Absorptionsstreifen und Dunkelheitsmaxima führt, und stellt also dem Beobachter kein vollständiges Bild der Lichtabsorption im untersuchten Körper vor.

Wir begegnen solchen Schwierigkeiten, selbst

im größten Maße, bei der Untersuchung der Lichtabsorption durch feste Körper, da eine große Zahl dieser nur in sehr dünnen Schichten durchsichtig ist. Es taucht noch die Frage auf, ob ein vollständiges Bild der Absorption bei der Beobachtung im durchgehenden Lichte erreicht werden kann.

Die Erscheinung der Lichtabsorption umfaßt zwei Vorgänge, welche zwar miteinander verbunden sein können, aber von verschiedenen Ursachen herrühren. Der eine, den man als Extinktion bezeichnen kann, hängt von der Konzentration und der Länge des Weges des Lichtstrahles im Körper, der andere, der vorzüglich als Absorptionsvorgang gilt, hängt von der Natur der Moleküle des Körpers ab. Es ist nicht ausgeschlossen, daß dieser letzte Vorgang in voller Kraft sich in Lösungen solcher Konzentration oder Dicke abspielt, in welchen er gänzlich oder teilweise vom ersten Vorgange überdeckt wird, ja selbst in Schichten, welche für das Licht schon undurchlässig sind.

Es scheint daher lohnenswert, in Anbetracht wissenschaftlicher und technischer Zwecke einen Weg zur Präzisierung der üblichen Methoden aufzusuchen, und selbst eine neue, welche nicht mit der Beobachtung des durchgegangenen Lichtes verbunden wäre, auszuarbeiten. Als eine solche kann man die spektrophotometrischen Untersuchungen des von Körpern zerstreuten Lichtes bezeichnen; zu diesen gehört die in jüngster Zeit von A. Porai-Koschitz und J. Anschkap gegebene (Revué générale des matières colorantes, T. XVI, Janvier 1912). Der Methode fehlt aber diejenige Übersichtlichkeit, die den Methoden im durchgehenden Lichte anhaftet und hauptsächlich ihre Entwicklung und Anwendung förderte.

In folgenden Zeilen schlage ich einige Methoden vor, welche in betreff der Übersichtlichkeit der Erscheinung den früheren nicht nachstehen.

2. In ihrem Hauptgrunde stützen sich diese Methoden auf den Zusammenhang zwischen der Polarisation des von einem Körper zerstreuten farbigen Lichtes und der Absorption desselben durch den Körper. Auf Grund einer qualitativen Untersuchung („chromatische Depolarisation durch Lichtzerstreuung", diese Zeitschr. **6**, 674, 1905), habe ich gezeigt, daß bei Lichtzerstreuung die stärkste Polarisation denjenigen Gebieten des Spektrums zukommt, die eine größere Absorption erleiden. Diese Erfahrung wurde später von den Herren D. Chmyrow und N. Slatowratsky (diese Zeitschr. **7**, 533, 1906) quantitativ geprüft und jüngst vom Herrn Navrat (Sitzungsber. d. k. A. d. Wissensch. zu Wien, Math.-Nat. Kl. Abt. IIa, Bd. CXX, H. VII, S. 1229) sehr eingehend diskutiert und bestätigt. Die Ursache dieser Erscheinung liegt in der teilweisen Depolarisation der Strahlen, die von der Oberfläche des Körpers zerstreut sind, durch diejenigen, welche in das Innere des Körpers eindringen und aus diesem zurückgestrahlt werden. Am stärksten wird das einfallende natürliche Licht von solcher Wellenlänge polarisiert, für welche die schwächste Rückstrahlung aus dem Innern stattfindet, also welches am meisten absorbiert wird. Es ist ersichtlich, daß wir aus dieser Tatsache ein Maß für die Absorption des Lichtes und jedenfalls eine Charakteristik der Natur des Körpers herausgreifen können.

Die angeführte Eigenschaft gibt uns das Recht, einen jeden Körper als einen chromatischen Polarisator anzusehen und setzt uns in die Lage, solche chromatische Polarisatoren zu verfertigen. Unter dieser Benennung verstehe ich einen Körper, der das einfallende natürliche Licht nur in gewissen Spektralbezirken polarisiert. Weiter unten wird der Gebrauch solcher Polarisatoren beschrieben. Sie können in verschiedenen Stufen je nach der Lage, Ausdehnung des Spektralbezirkes und der Stärke der Polarisation ausgeführt sein. Es erübrigt zu diesem Zwecke, die Rückstrahlung des von einem Körper durchgelassenen Lichtes mehr oder weniger zu fördern. Zu diesem Zwecke genügt es, eine dünne Schicht eines farbigen Körpers auf eine mehr oder minder zurückwerfende oder reflektierende Unterlage aufzutragen; als solche kommen in Betracht — weiße Papiere und Kartons, Porzellan, Metalle. Die aufgetragene Schicht kann auch flüssig bleiben, indem die farbige Flüssigkeit in ein Schälchen mit mehr oder minder reflektierendem Boden eingegossen wird.

3. Die Übersichtlichkeit der Methode, die aus dem oben angeführten Grunde aufgebaut wird, oder die Möglichkeit, sich ein anschauliches Bild der Polarisation und Absorption auf den ersten Blick zu verschaffen, ruht auf der Anwendung des Savartschen Polariskops, das ich schon in meiner ersten Arbeit benutzt habe. Das Spektrum eines teilweise polarisierten Lichtes, mit einem Savartschen Polariskop beobachtet, erscheint in seiner Länge von dunklen Streifen durchzogen, die in ihrem Verlaufe zum violetten Ende sich zusammendrängen. Die Dunkelheit dieser Streifen hängt von dem Grade der Lichtpolarisation ab. Im Spektrum des Lichtes, welches von einem Körper zerstreut wird, haben wir außerdem noch mehr oder weniger dunkle Absorptionsbanden oder Streifen, die ihn quer durchsetzen. Das Aufeinanderlegen dieser zweier rechtwinklig zueinander verlaufen-

den Lichtabschwächungen gibt in ihren Durchschnittspunkten entweder Verdickungen der Savartschen Streifen, oder bedingt ihre Auflösung in runde oder elliptische Flecken, oder unterbrochene Striche, die ich als Paternosterstreifen bezeichnet habe (Über eine Methode zur Erforschung der Körper des Planetensystems usw., diese Zeitschr. **10**, 259, 1909). Je nach dem Polarisationszustande, also dem Grade der Absorption entsprechend, werden die Savartschen Streifen verblassen oder unterbrochen; die Enden der gebliebenen erweisen verschiedene Formen; sie erscheinen verwaschen, abgeschnitten, abgerundet, zugespitzt, nadelförmig, oder als Köpfe von Stecknadeln. Die Zeichnung Nr. 23[1]) zeigt unter *a* die verschiedenen Formen der Paternosterstreifen, und unter *b* und *c* die Form der Enden der Savartschen Streifen. Auf diese Weise werden die Vorgänge der Absorption, die Lage der Maxima und Minima auf den ersten Blick übersehbar.

Diese Erscheinungen können auf einfache Weise künstlich hervorgebracht werden. Auf farbigem Papiere werden mit Tusche Absorptionsbanden mit verschiedenen Abstufungen der Dunkelheit gezeichnet in der Weise, daß die Grundfarbe mehr oder weniger oder gar nicht durchleuchtet. Man zeichnet dünne und dicke, schwache und starke Streifen. Dann zeichnet man breitere Banden: Maximum der Dunkelheit an einem Rande, der andere verwaschen; Maximum der Dunkelheit in der Mitte, die Ränder verwaschen; Maxima der Dunkelheit in verschiedener Stärke an den Rändern, in der Mitte ein Minimum; den Maxima der Dunkelheit an den Rändern kann ein allmähliches Anwachsen der Dunkelheit vorangehen, im Innern der Banden können die Maxima steil oder stufenweise abfallen. Solche künstliche Bilder durch ein Savartsches Polariskop im zerstreuten Lichte betrachtet, wobei die Savartschen Streifen quer zu den gezeichneten Banden verlaufen müssen, erweisen den Zeichnungen 23 und folgenden ähnliche Formen. Die Verstärkungen der Dunkelheit an den Schnittpunkten der gezeichneten und Savartschen Streifen demonstrieren die Vorzüge der vorgeschlagenen Methode in der Aufsuchung schwacher Absorptionsstreifen.

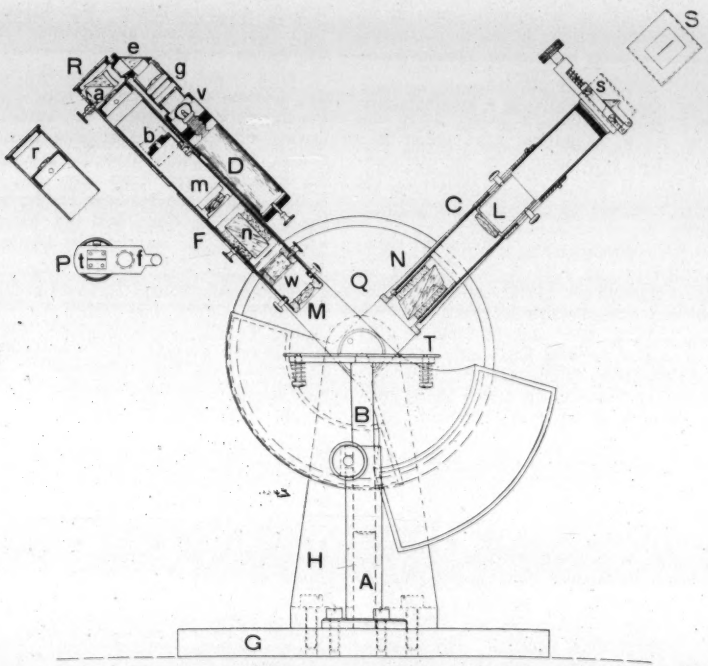
Die beschriebene Demonstration zeigt auch ein Mittel, um eine treue Abbildung der Absorptionsvorgänge zu erhalten, an. Auf einem Karton, der in der Farbe des beobachteten Spektralgebietes gemalt ist, wird mit Tusche ein Band mit solchen Abstufungen der Dunkelheit aufgetragen, daß, im Polariskop angesehen, er den Savartschen Streifen diejenige Form angibt, welche in Wirklichkeit beobachtet war. Ein Apparat, der die Beobachtungen solcher künstlicher Spektra erleichtert, wird neuerdings von der Firma R. Fueß (Steglitz b. Berlin) konstruiert.

4. Dieselbe polariskopische Methode auf durchgehendes, teilweise polarisiertes Licht angewandt, ermöglicht die Beobachtung der Absorption in Lösungen bei größeren Verdünnungen als es gebräuchlich ist, und führt zu einer größeren Präzision in der Ermittelung der Lage der Absorptionsmaxima. Dabei soll bemerkt werden, daß das Gelingen des Versuches von der Vergleichbarkeit der Dunkelheiten der Savartschen und Absorptionsstreifen abhängt. Die ersteren müssen mäßig schwach sein, was bei den üblichen Methoden der Erhaltung des teilweise polarisierten Lichtes nicht leicht in gewünschten Abstufungen erreichbar ist. Zu diesem Zwecke ist es vorteilhafter, speziell verfertigte oben angezeigte chromatische Polarisatoren zu benutzen: in diesem Falle mit einem mehr oder weniger verdünnten schwarzen oder grauen Anstrich bedeckte Stückchen Papier, Karton, Plättchen von Metall oder Porzellan.

Das Bild, das ein chromatischer Polarisator, vom natürlichen Lichte beleuchtet, im Savartschen Polariskop gibt, charakterisiert die Natur seines lichtabsorbierenden Bestandteiles. Aus solchen, im voraus erforschten Polarisatoren, kann man eine Skale machen, die zum Nachweis der Natur der Farbstoffe dienen kann. Zu diesem Zwecke genügt es, einen aus solcher Skale gewählten Polarisator mit dem natürlichen Lichte zu beleuchten, das durch die zu bestimmende Lösung durchgegangen ist, oder durch eine solche zu beobachten. Im Falle der Identität des gelösten Körpers mit demjenigen, der den Bestandteil des Polarisators bildet, erhalten wir eine Verstärkung des Bildes, welches für den chromatischen Polarisator eigentümlich ist. Die bemerkten Abweichungen rechtfertigen den Schluß von der Verschiedenheit der Stoffe oder von dem Einflusse des Lösungsmittels. Zu solchen Beobachtungen eignen sich schwach gefärbte Objekte, welche kaum sichtbare Paternosterstreifen geben. Die Zeichnung 127 gibt z. B. den Verlauf eines Savartschen Streifens im Spektrum des Lichtes, welches vom schwach mit Malachitgrün angestrichenem weißen Papier zerstreut wird. Man sieht hier Elemente zweier Paternosterstreifen. Das Bild ist sehr schwach und kann bei der Beobachtung unbemerkt bleiben; in solchen Fällen muß man das Licht der nahe anliegenden Teile des Spektrums abschwächen; zu diesem Zwecke muß man das Spektrum durch ein mehr oder minder dunkelgraues Glas beobachten.

Die auseinandergesetzte Methode, wie ich

1) Tafel XXIX u. XXX.



schon in meinem letztgenannten Aufsatze bemerkt habe, eignet sich zur Erforschung der Oberflächen nicht selbstleuchtender Himmelskörper, da diese nichts anderes als eine Sammlung von chromatischen Polarisatoren bilden; bis jetzt war sie aber zu diesem Zwecke nicht angewandt.

Der Apparat.

5. Um die beschriebenen Erscheinungen zu beobachten und außerdem möglichst kleine Objektflächen zu benutzen, bedarf man eines speziellen Apparates. Ein solcher, der zu den weiter beschriebenen Beobachtungen diente, war nach meiner Angabe von der Firma R. Fueß (Steglitz b. Berlin) unter der Leitung des Herrn C. Leiß konstruiert. Während der Arbeit ergaben sich aber neue Forderungen, welchen bei dem neuen Apparate, den ich hier beschreibe, Rechnung getragen ist. Hier äußere ich meinen verbindlichsten Dank dem Herrn C. Leiß, welcher freundlichst den Bau des Apparates in vollkommener Form übernommen hat.

Auf einem massiven Halter H (Figur), der mit Stellschrauben versehen ist, wird ein Metallkreis Q, mit einer Gradteilung versehen, vertikal befestigt. Auf diesem gleiten zwei bewegliche und ausbalancierte Alhidaden, welche einen Kollimator C und ein Fernrohr F tragen. Auf der Grundplatte G des Halters ist eine Hülse A befestigt, in welcher ein Stäbchen B beweglich angebracht ist. Am oberen Ende des Stäbchens ist eine kleine Tischplatte T befestigt, welche in beliebiger Höhe mittels dem am Stabe angebrachten Zahntriebe eingestellt sein kann.

Der Kollimator C trägt an seinem oberen Ende einen Spalt P; an diesem ist noch ein kleines Glasprisma angebracht, um nötigenfalls das Licht einer seitlich stehenden Lichtquelle zu benutzen. In das untere Ende des Kollimators kann drehbar ein Nicol eingesetzt sein; diese Ausrüstung wird nur in Ausnahmefällen, die weiter unten erwähnt sind, gebraucht. Bei den meisten Beobachtungsmethoden braucht man nur natürliches Licht. Ungefähr in der Mitte des Kollimatorrohres steht eine Linse L, welche in gewissen Grenzen nach der Länge des Rohres beweglich ist; sie wird so eingestellt, daß das Bild des beleuchteten Spaltes in die Verlängerung der horizontalen Achse des Vertikalkreises falle. Die Manipulationen, die diesem Zwecke und zu-

gleich zur Einstellung des Spaltes senkrecht zur Ebene des Vertikalkreises dienen, werden mittels eines dem Apparat beigelegten kleinen durchsichtigen Schirmes ausgeführt.

Wenn die Tischplatte so eingestellt wird, daß ihre obere horizontale Ebene durch das Zentrum des Vertikalkreises geht, erhält man auf dieser eine feine helle Linie, die eine senkrechte Lage zur Ebene des Vertikalkreises hat und deren Verlängerung diese im Zentrum durchschneidet.

Das Beobachtungsobjekt wird auf die Tischplatte aufgelegt und diese so weit gesenkt, bis auf der ausgewählten kleinen ebenen Fläche des Objektes sich dieselbe Lichtlinie zeichnet. Zur Beobachtung dient das Fernrohr F. Es trägt an seinem unteren Ende eine Linse M, deren Fokalebene durch das Zentrum des Kreises Q und senkrecht zu dessen Ebene geht. In diese kommt also auch die Lichtlinie. Aus der Linse M dringen in das Fernrohr parallele Strahlen und durchsetzen eine Savartsche Platte W, die zur richtigen Einstellung mit einem Knopfe versehen und um die Achse des Fernrohrs ein wenig drehbar ist. Weiter gehen die Strahlen durch einen Nicol n, der auch mittels eines Knopfes feiner eingestellt sein kann. Von diesem gehen die Strahlen weiter zu der Linse m und werden in ihrer Fokalebene b vereinigt. In dieser Ebene, senkrecht zu der Zeichnung, ist eine verschiebbare Platte P eingeschaltet, welche mit einem Spalt t und einer Öffnung f versehen ist; je nach Bedarf kann man in die Bildebene den Spalt oder die Öffnung bringen.

Das Bild der Lichtlinie in der Ebene b wird mittels eines kleinen Gitterspektroskops oder Prismenspektroskops in ein Spektrum zerlegt. In der Zeichnung steht ein Gitterspektroskop, gebildet von einem Prismenkörper a, auf dessen Hypotenusenfläche ein kleines Gitter aufgetragen ist. Auf diese Weise erhält man eine größere Dispersion im roten Teile des Spektrums, als im Falle eines Prismenspektroskops. Eine Vorrichtung zum Ablesen der Wellenlängen ist dem Fernrohre seitlich angebracht. Sie besteht aus einem totalreflektierenden Prisma e und einer Milchglaswellenlängenskala g, mit einer kleinen Glühlampe V beleuchtet, die von der Akkumulatorenbatterie D gespeist wird.

Der Spalt t wird in die Bildebene b eingeschaltet, um eine feste Beziehung zwischen Wellenlängenskala und dem Spektrum sicher zu stellen im Falle einer Änderung der Lage des Fernrohrs während der Beobachtungen.

Zur richtigen Einstellung des Fernrohres und des Kollimators mit seiner Linse muß die Tischplatte T gesenkt und die beiden Röhren so gegeneinander gestellt sein, daß ihre optischen Achsen zusammenfallen. Der Spektralapparat wird vom Fernrohre abgenommen und durch das Okular r ersetzt.

Nach dem Ausregulieren des Apparates wird das Spektroskop wieder an seine Stelle angebracht, der Kollimatorspalt mit Natriumlicht beleuchtet und die Wellenlängenskala richtig eingestellt. Die Kontrolle dieser Einstellung während der Beobachtungen kann man mit dem am Kollimatorspalt angebrachten Prisma ausführen. Die Savartsche Platte und der Nicol müssen weiter so korrigiert sein, daß die Streifen parallel der Länge des Spektrums verlaufen und scharf aussehen. An beiden Röhren kann man Halter anbringen, welche zum Halten der Glasgefäße dienen, die mit Lösungen gefüllt sein können. Zum Zwecke weiterer wissenschaftlicher Untersuchungen kann das Instrument mit Kompensatoren oder Glassäulen versehen sein.

Die Tischplatte T trägt eine Vorrichtung, um weiche oder biegsame Objekte an ihre Ebene anzudrücken, um die schädlichen Unebenheiten des Objekts zu beseitigen. Außerdem kann an die Tischplatte eine kleine Säule angebracht sein, die einen beweglichen horizontalen Arm mit schwarzem Schirme trägt. Dieser Schirm wird in die Vertikalebene des Lichtbildes gestellt und so weit gesenkt, bis keine seitlichen Reflexe vom Objekte zum Fernrohr gelangen.

Man erhält schon ein sehr intensives Lichtbild des Spaltes, wenn der letztere mit einem Nernstschen Faden für 1 Ampere Stromstärke beleuchtet wird. Objekte aus verschiedenen Naturgebieten, auf welchen man einen ebenen Streifen von $1^1/_2$—2 cm Länge und 2 mm Breite finden kann, können der Beobachtung unterworfen sein, z. B. ein Gestein, Kopf oder Feder eines Vogels, Blatt, farbiges Insekt usw. Die Methode könnte also technischen und naturwissenschaftlichen Untersuchungen, unter anderem zur Bestimmung der Reaktionsgeschwindigkeiten und zu photochemischen Beobachtungen dienen.

Die Beobachtungen wurden meistens unter einem Winkel gemacht, welcher kleiner oder größer als der Reflexionswinkel war, also in zerstreutem, nicht reflektiertem Lichte und bei vermindertem Einfluß der spiegelnden Beschaffenheit der Oberfläche des Objektes: die Erscheinung soll aber teilweise von dieser abhängen. Unter dem Reflexionswinkel wird das vom Bilde in das Fernrohr eindringende Licht durch die Reflexion an der Oberfläche des Objektes zu stark polarisiert, und diese Polarisation deckt die Eigentümlichkeiten, die von den Lichtabsorptionsfähigkeiten des Objekts herrühren. Eine Ausnahme bilden Fälle durchsichtiger Objekte, welche auf einer stark zurückwerfenden

oder reflektierenden Unterlage liegen. Die Achse des Kollimators bildete mit der Vertikale einen Winkel, der zwischen 30° und 45° schwankte.

Außer dem beschriebenen Apparate werden von der Firma R. Fueß noch zwei andere Typen konstruiert: der eine verfolgt nur demonstrative, der andere auch technisch-wissenschaftliche Zwecke.

Die Beobachtungen.

6. Ich komme jetzt zu der Beschreibung der Spektra farbiger Stoffe, die nach den oben erläuterten Methoden untersucht waren; die aus einer großen Anzahl der Beobachtungen als typisch ausgewählten Spektra sind in den beigefügten Tafeln durch Zeichnungen dargestellt; die Wellenlängen 0,40 μ, 0,50 μ usw. sind mit den Ziffern 40, 50 usw. bezeichnet. Die Spektra sind im Maßstabe eines Gitters, nicht aber einer prismatischen Skala gezeichnet. Die Ursache war der Wunsch, an Platz zu sparen, da bei der in den Zeichnungen angenommenen Länge von 5 mm für das rote Spektralgebiet zwischen 0,65 μ und 0,60 μ die Länge des prismatischen Spektrums ungefähr zweimal größer wäre. Um sich das wirkliche Bild, welches ich im Instrumente mit Prismenspektroskop beobachtete, vorzustellen, muß das Gebiet 0,75—0,70 μ verjüngt, und die Gebiete von 0,60—0,40 μ immer mehr in der Länge ausgezogen sein. Im Spektrum beobachtete ich 6 Savartsche Streifen, denen noch andere am violetten Ende zukommen. Es genügen zur Beobachtung auch 3 Streifen, nicht aber bloß ein einziger, um die geringen, quer zu dem Spektrum verlaufenden Lichtabschwächungen und schwache Paternosterstreifen zu bemerken. Ich zeichnete nur drei Streifen und dabei als parallel verlaufend. In mehreren Zeichnungen habe ich nur einen Streifen benutzt.

Alle Beobachtungen können in drei Gruppen eingeteilt sein:

A. Farbige Stoffe in durchgehendem polarisiertem Lichte, in Form flüssiger Lösungen oder durchsichtiger Blätter.

B. Farbige Stoffe in durchsichtigen flüssigen oder festen Schichten auf metallisch spiegelnden, oder matten und weißen Unterlagen, mit natürlichem Lichte beleuchtet. Die Objekte werden auf das Tischchen des Instrumentes gelegt, der Kollimator und das Fernrohr bilden Winkel mit der Horizontalebene.

C. Körper mit Farblösungen getränkt, farbige Körper unorganischer und organischer Natur im natürlichen Zustande, mit natürlichem Lichte beleuchtet.

Gruppe A.

Reihe I.

7. Ich fange an mit der Beschreibung der Spektra verschiedener durchsichtiger Stoffe im durchgehenden polarisierten Lichte, um einen Anschluß an die üblichen spektroskopischen Methoden zu geben. Die Beobachtungen sind durch die Zeichnungen Nr. 1—22 wiedergegeben. In allen Fällen wurde eine von parallelen Glaswänden begrenzte Küvette mit einer Lösung gefüllt, oder ein blattförmiger durchsichtiger Körper in den Gang der Lichtstrahlen eingeschaltet. Außerdem werden folgende drei Anordnungen benutzt.

a) Bei den Beobachtungen 1—11 ging das Licht durch den am unteren Ende des Kollimators eingesetzten Nicol; die optischen Achsen der beiden Röhren fielen zusammen und waren horizontal. Das Licht war also vollständig polarisiert; die Tischplatte war gesenkt.

b) Bei den Beobachtungen 12—18 bilden die optischen Achsen des Kollimators und des Fernrohres einen Winkel miteinander und sind zu der Horizontalebene geneigt. Die Lichtstrahlen treten aus dem Nicol am Ende des Kollimators und geben auf einem chromatischen Polarisator, der auf der Tischplatte liegt, das Bild des Spaltes. Als chromatische Polarisatoren brauchte ich matte Metallplatten oder grau angestrichene Stücke weißen Kartons, am einfachsten Musterstücke von grauen Emailfarben auf weißem Karton, die man in den Farbengeschäften findet. Wir haben hier den Fall eines teilweise polarisierten Lichtes mit einem variierbaren Überschuß des polarisierten Anteils.

c) Bei den Beobachtungen 19—22 war der Nicol aus dem Kollimator entfernt, im übrigen die Anordnung b) beibehalten. Das Bild des Spaltes auf dem chromatischen Polarisator war durch das natürliche Licht erzeugt. Wir haben also den Fall eines teilweise und dabei schwach polarisierten Lichtes. Die Zeichnungen ergeben, daß bei dieser Anordnung feinere Details der Spektra zum Vorschein kommen.

Ich benutze von jetzt ab folgende Abkürzungen: L. = Lösung, v. = verdünnt, m. v. = mäßig verdünnt, s. v. = sehr verdünnt.

Die Spektra gehören folgenden Stoffen:

8. Anordnung a). 1. L. Chromotrop—Wasser m. v. 2. L. Chinizarin—Äthylalkohol m. v. 3. L. Ponceau extra—Wasser v.; denselben Typus geben: L. Meldolablau—Wasser, L. Erythrosin—Wasser oder Äthylalkohol—HNO_3, L. Rhodulinrot G (Bayer)—Wasser, L. Phloxin—Wasser oder Äthylalkohol. 4. L. Purpurin—Äthylalkohol; denselben Typus zeigen die Gelatine von Steeg &

Reuter—Echtgelb, Blauholz, Naphthylamingelb. 5. L. Rose Bengale—Äthylalkohol—HNO_3; denselben Typus zeigt L. Neublau D (Bayer)—Wasser v. 6. L. Diamantfuchsin—Wasser v.; denselben Typus zeigen Gelatine von Steeg & Reuter: Brillantgrün, Methylgrün und Eosin, Papageigrün. 7. L. Diamingrün B—Wasser. 8. L. Meldolablau—Äthylalkohol; L. Meldolablau—Wasser gibt den Typus 3; denselben Typus Croceingelatine von Steeg & Reuter. 9. L. Methylenblau—Wasser. 10. Gelatine Indigokarmin und Pikrinsäure von Steeg & Reuter. 11. Guineaviolett 4b—Wasser v.

In den Spektra anderer Lösungen oder Körper finden wir Zusammensetzungen der Teile der hier angeführten. Die Sichtbarkeit der Savartschen Streifen in dem Schatten des Spektrums kann als ein Maß für dessen Dunkelheit gelten.

9. Anordnung b). 12. L. Meldolablau—Äthylalkohol m. v.; man vergleiche dieses Bild mit Nr. 8 für eine nämliche Lösung bei anderer Anordnung; L. Meldolablau—Wasser gibt auch hier den Typus Nr. 3. 13. L. Neumethylenblau GG—Wasser v.; bei s. v. gehen die elliptischen Verdickungen in runde über. 14. L. Nilblau—Wasser v. 15. L. Brillantgrün extra—Wasser v. 16. L. Methylenblau—Wasser v. 17. L. Methylviolett—Wasser v. 18. L. Malachitgrün—Wasser m. v., hierbei war das Nicol entfernt und auf die Tischplatte eine von der unteren Seite geschwärzte dicke Glasplatte gelegt.

10. Anordnung c). 19. Dieselbe Lösung wie in 18; als chromatischer Polarisator wurde eine dünne Schicht derselben Lösung in einem metallenen Schälchen benutzt. 20. L. Fluoreszein-Äthylalkohol v.; chromatischer Polarisator eine Porzellanplatte. 21. L. Meldolablau-Äthylalkohol v.; chromatischer Polarisator eine matte Aluminiumplatte; bei Benutzung eines mit Malachitgrün schwach angestrichenen weißen Kartons als Polarisator, wird der Paternosterstreifen bei 0,64 μ verstärkt. 22. Dieselbe Lösung mehr verdünnt, als Polarisator diente eine Porzellanplatte.

Gruppe B.

11. Hierher gehören die Beobachtungen, die nach Methoden ausgeführt sind, welche am meisten zur Erforschung der Natur der Farbstoffe dienen können. Der Nicol ist aus dem Kollimator entfernt und das Lichtbild ist mit natürlichem Lichte erzeugt. Die Zeichnungen zeigen den Einfluß der Beobachtungsumstände auf das Aussehen der Spektra. Als eine Charakteristik des Spektrums muß man die Form der Paternosterstreifen und der Enden der Savartschen Streifen bezeichnen; die verschiedenen Formen dieser sind, wie schon früher angezeigt war, in der Zeichnung Nr. 23 zusammengestellt.

Reihe II.

12. Diese Reihe enthält die Zeichnungen Nr. 24—65. Als Objekte dienen Lösungen der Farbstoffe, welche in ein kleines metallenes Schälchen mit ebenem, spiegelndem Boden eingegossen waren. Das Schälchen stand auf dem Tischchen des Apparates und das Bild des Spaltes wurde mit Strahlen natürlichen Lichtes auf seinem Boden erzeugt. Sekundäre Reflexe waren durch ein schwarzes Schirmchen, welches fast an die Ränder des Schälchens gesenkt war, abgehalten. Das beobachtete Spektralbild resultiert von der Aufeinanderlagerung zweier Spektra: das eine, das durch die von der Oberfläche der Flüssigkeit zerstreuten Strahlen erzeugt ist, und das andere, das von den Strahlen, die vom Boden des Schälchens zurückgeworfen sind und die Lösung zweimal durchlaufen haben, herrührt. Es versteht sich, daß wegen dieses Umstandes das resultierende Bild von der Größe des Einfalls- und Beobachtungswinkels abhängig ist. Je kleinere Winkel mit der Horizontalebene die beiden Röhren bilden, desto mehr treten die Absorptionsstreifen heraus, und in ihrer Dunkelheit verschwinden endlich die Savartschen Streifen. Die Dicke der flüssigen Schicht schwankte zwischen 1 mm bis zu einem unbedeutendem Teile desselben. Bei sehr leichten Schälchen und bestimmter Konzentration der Lösung kann, für jeden Fall, durch Abwägung ein mittlerer Wert der Dicke bestimmt sein. Durch die Angabe eines solchen mittleren Wertes, des Beobachtungswinkels β, den die Achse des Fernrohres mit der Vertikale bildet, und des Reflexionswinkels i, sind die Beobachtungsumstände für eine bestimmte Flüssigkeit gegeben. Wenn die Dicke der Schicht äußerst gering ist, wie z. B. im Falle mit Farbe bedeckter Metalle oder Papiere, genügt es nur anzuzeigen, ob der Beobachtungswinkel gleich oder verschieden vom Reflexionswinkel ist.

In der folgenden Beschreibung der einzelnen Spektra werden die Winkel i und β in den Fällen nicht angegeben, in welchen sie sehr wenig voneinander differieren.

24. L. Chinizarin—Äthylalkohol—KHO. Im durchgehenden Lichte gibt diese Lösung bloß einen bei 0,58 μ beginnenden und bis zum Ende des Violetts sich erstreckenden Absorptionsschatten: die neue Methode zeigt also die Struktur des Schattens. 25. L. Fluoreszein—Äthylalkohol. 26. Dieselbe L. nach Zugabe einiger Tropfen einer L. KHO—Äthylalkohol. 27. Dieselbe s. v. L. bei $\beta = i$. 28. Die Lösung Nr. 27 war in eine Küvette eingegossen und vor der Lösung

Nr. 26 (im Schälchen) gestellt; das erhaltene Bild zeigt eine Methode zur Vergleichung der Natur zweier Lösungen an. 29. L. Meldolablau—Äthylalkohol in einer Porzellanschale. 30. Dieselbe mehr verdünnte L. in Porzellanschale; man bemerkt das Verschwinden eines Absorptionsstreifens; zu vergleichen mit der Zeichnung Nr. 22, welche derselben, aber noch mehr verdünnten Lösung entspricht. 31. L. Meldolablau—Äthylalkohol in metallener Schale. 32. L. Methylenblau—Wasser. 33. Dieselbe L., nachdem ein Teil derselben aus der Schale entfernt war, so daß nur eine sehr dünne Schicht geblieben ist. 34. Dieselbe L. v. 35. L. Methylenblau—Äthylalkohol; in der Entfernung über 6^0 vom Reflexionswinkel kommen nur Absorptionsbanden vor. 36. Methylviolett—Wasser, dicke Schicht; $i = 45^0$, $\beta = 39^0$. 37. Dieselbe L. bei $i = 38^0$. 38. Eine Mischung der Lösungen Nr. 32 und Nr. 36. 39. L. Ponceau extra—Wasser; $i = 40^0$, $\beta = 44^0$. 40. L. Ponceau extra—Äthylalkohol; i und β die vorigen. 41. L. Nilblau—Wasser, dicke Schicht; i und β die vorigen. 42. Dieselbe L., $\beta = 38^0$. 43. Dieselbe L., dünne Schicht, β der vorige. 44. Dieselbe L. bei $\beta = i = 40^0$. 45. Dieselbe sehr mit Wasser verdünnte L. bei $\beta = 38^0$. 46. Die vorige L. bei $\beta = 46^0$. 47. L. Nilblau—Äthylalkohol; $i = 40^0$, $\beta = 38^0$. 48. Die vorige L. bei $\beta = 45^0\,30'$. 49. L. Neumethylenblau—Wasser; dicke Schicht, $i = 40^0$, $\beta = 37^0$. 50. Dieselbe L. bei $\beta = 44^0$. 51. Dieselbe L., dünne Schicht, $\beta = 44^0$. 52. L. Neumethylenblau—Äthylalkohol, $\beta = 44^0$. 53. Dieselbe L., $\beta = 38^0\,15'$. 54. L. Brillantgrün—Wasser, dicke Schicht, $i = 42^0$, $\beta = 39^0$. 55. Konzentrierte L. Methylviolett und Brillantgrün im Äthylalkohol, dünne Schicht, $\beta = 39^0$. 56. L. Methylviolett und Brillantgrün—Wasser, $\beta = 38^0$. 57. L. Malachitgrün—Wasser, dicke Schicht; $\beta = 39^0$, $i = 42^0$. 58. Dieselbe L., dünne Schicht, $\beta = 31^0\,30'$. 59. Die vorige L. mit Wasser verdünnt und in dünnerer Schicht, $\beta = 37^0$. 60. Dieselbe L. in der Nähe des Reflexionswinkels. 61. Dünne Schicht der L. Malachitgrün mit Überschuß von Brillantgrün in Wasser, $\beta = 38^0$. 62. Der vorigen L. ist Malachitgrün zugegeben, $\beta = 38^0$. 63. Der Boden der Schale ist mit der vorigen Lösung nur benetzt. 64. L. Methylviolett—Äthylalkohol; dünne Schicht, $i = 42^0$, $\beta = 38^0\,15'$. 65. Dieselbe L., $\beta = 32^0$; man bemerkt, daß bei größerer Ablenkung des Zerstreuungswinkels vom Reflexionswinkel die Polarisation vollständig durch die Absorption gedeckt wird.

Reihe III.

13. Die Zeichnungen Nr. 66—94 entsprechen Schichten erstarrter Lösungen der Farbstoffe in Gelatine oder Collodium elasticum auf versilbertem Kupferblech, bei Beleuchtung mit natürlichem Lichte. Die Objekte liegen auf dem Tischchen des Apparates und die Beobachtungen sind in der Nähe des Reflexionswinkels gemacht. Wegen der Dünnheit der Schicht erfährt das Bild des Spektrums keine merkbaren Veränderungen bei dem Variieren des Beobachtungswinkels; die polarisierten Gebiete des Spektrums wachsen mit der Tiefe des Tones der Farbe. Es waren folgende Farbstoffe untersucht beim Einfallswinkel $i = 35^0$.

Rote Farbstoffe. 66. Ponceau extra. 67. Ponceau R. 68. Rhodamine; der scharf abgegrenzten Absorptionsbande im äußersten Rot in diesem und einigen weiteren Spektra folgt ein sehr brillantes Rot. 69. Erythrosin. 70. Purpurin. 71. Rose bengale. 72. Tetramethylrhodaminchlorid; $\beta = 36{,}5^0$. 73. Rhodulinrot *G*. 74. Diamantfuchsin.

Grüne Farbstoffe. 75. Malachitgrün (Meister). 76. Smaragdgrün. 77. Brillantgrün extra.

Blaue Farbstoffe. 78. Neumethylenblau *GG*. 79. Meldolablau. 80. Nilblau. 81. Neublau *D*. 82. Methylenblau. 83. Das patentierte Blau von Meyer.

Violette Farbstoffe. 84. Guineaviolett 4 *B*. 85. Säureviolett *N*. 86. Methylviolett 5 *B*.

In den weiteren Zeichnungen werde ich meistens nur einen Savartschen Streifen angeben. Die vier nächsten Spektra sind angeführt wegen ihrer Originalität; sie sind erhalten bei der Beobachtung metallisierter (mit Aluminium) Papiere, welche mit Anilinfarben angestrichen waren; bei der Firma G. in Moskau, die diese Papiere liefert, konnte ich nicht die Benennung der Farben bekommen. 87. Rot. 88. Lila. 89. Blau. 90. Grün. Das mit Aluminium metallisierte Papier derselben Firma habe ich mit Lösungen von Anilinfarben in Äthylalkohol bestrichen und folgende Spektra erhalten. 91. Brillantgrün extra. 92. Neumethylenblau. 93. Methylviolett. Die Beobachtungen waren bei $\beta > i$ gemacht.

Ein mehr zusammengesetztes Spektrum geben Farbstoffe, welche unter der Lichtwirkung eine chemische Veränderung erleiden. Die angegebene Methode kann auch zur Erforschung photochemischer Erscheinungen dienen. Die Zeichnung Nr. 94 stellt das Spektrum eines versilberten Kupferbleches dar, welches mit einer Lösung von Cyanin in Äthylalkohol bedeckt und dann unter Erwärmung getrocknet war. Dieses Bild ist nur von einer Stelle der auf diese Weise verfertigten Platte erhalten; die Be-

deckung war nicht homogen und andere Stellen haben einfachere Bilder gegeben.

Reihe IV.

Diese Reihe umfaßt die Zeichnungen Nr. 95 bis 126. In jedem Spektrum ist nur ein Savartscher Streifen gezeichnet. Als Objekte dienten die Muster von Lackfarben auf Stanniolstreifen gestrichen. Die Dicke der farbigen Schicht ist noch dünner als bei den vorhergemachten Beobachtungen. Das Bild der Spektra bei dem Reflexionswinkel ist gekennzeichnet durch das Verschwinden der Absorptionsschatten. Aus dem Vergleich der Spektra miteinander kann man den Schluß ziehen über die Gültigkeit der Methode zur Lösung der technisch wichtigen Frage über die Natur des im Objekte vorhandenen Farbstoffes.

Farblacke der Farbwerke der Brüder A. und N. Mamontoff in Moskau ($i = 35^0$). 95. Roter Lack mit Eosin und gelbem Metanil (orange); Beobachtungswinkel größer als der Reflexionswinkel, bei der Gleichheit beider verschwindet der Absorptionsschatten. 96. Roter Lack mit gelbem Metanil (rot), $i = \beta$. 97. Derselbe, $\beta > i$, die Absorption nimmt zu. 98. Heller Lack mit Diamantgrün und Methylviolett (hellgrün). 99. Roter Lack mit Safranin (dunkelrot). 100. Heller Lack mit Rhodamine, $i = \beta$; bei $\beta > i$ kommt ein Absorptionsschatten über den polarisierten Teil (karmesin). 101. Heller Lack mit kleiner Menge von Rhodamine (rot). 102. Roter Lack mit Methylviolett (violett). 103. Heller Lack mit Viktoriablau (dunkelblau). 104. Heller Lack mit Diamantgrün und Anilingelb (blau).

Spiritlösliche Farbstoffe auf Stanniol aus den Farbwerken vorm. Meistet Lucius & Brüning (Höchst a. Main), $i = \beta = 40^0$; die Nummern in Klammern bezeichnen die Fabriknummern. 105. Spiritgelb *RP* (Nr. 2). 106. Spiritgelb *VG* (Nr. 3). 107. Spiritorange *RRP* (Nr. 5). 108. Spiritrot 2 *G* (Nr. 6). 109. Spiritrot *G* (Nr. 7). 110. Spiritscharlach *G* (Nr. 8). 111. Spiritrot *B* (Nr. 9). 112. Spiritrosa *RB* (Nr. 10). 113. Spiritrosa *RB* mit Spiritviolett 2 *B* (Nr. 11). 114. Spiritviolett 2 *B* (Nr. 12). 115. Spiritblau *VBD* mit Spiritviolett 2 *B* (Nr. 13). 116. Spiritblau *DR* (Nr. 14). 117. Spiritblau *BL* (Nr. 15). 118. Spiritblau *VBD* (Nr. 16). 119. Spiritblau *B* 1 (Nr. 17). 120. Spiritgrün *M* (Nr. 18). 121. Spiritgrün *G* (Nr. 19). 122. Spiritgrün *GG* (Nr. 20). 123. Spiritbraun *C* mit Spiritschwarz *N* rein (Nr. 27). 124. Spiritviolett 2 *B* mit Spiritgelb *A* (Nr. 28). 125. Fluoreszenzviolett *BB* mit Spiritgelb *A* (Nr. 29). 126. Spiritviolett 2 *B* mit Spiritgelb *A* (Nr. 30).

Die Proportionen, in welchen die Stoffe gemischt waren, sind in dem Musterhefte der Farbwerke angezeichnet. Ähnliche Bilder geben auch die Ölfarben auf Stanniol gestrichen: diese führe ich nicht an.

Reihe V.

15. Die Zeichnungen Nr. 127—163 bilden die Spektra gefärbter Gegenstände (Karton, Papier, Wolle, Gipsplatten) ab; es werden nur typische Formen angeführt. Diese Objekte geben verblaßte Spektra im Vergleich zu den früher beschriebenen.

127. Weißes Papier schwach mit Malachitgrün gefärbt; um die schwachen Scheibchen der Paternosterstreifen zu sehen, muß man das Licht in ihrer Nähe abschwächen, was erreicht wird bei der Beobachtung durch ein rauchgraues Glas. 128. Papier oder Karton rot mit Chromotrop gefärbt. Denselben Typus besitzen die meisten im Handel vorkommenden roten Papiere, Tuche usw. 129. Weißer Karton mit Chinizarinrot gefärbt.

Aus den Mustern der Emaillefarben der Brüder A. und N. Mamontoff in Moskau; die in Klammern gestellten Nummern bezeichnen die Fabriknummern. 130. Moosgrün (Nr. 114). 131. Vert émeraude.

Aus den Mustern der lichtesten Teerfarbstoffe für Farblacke auf dickem Papier angestrichen von vorm. Friedr. Bayer & Co., Elberfeld. 132. Naphtholgrün *B* (Nr. 7). 133. Alizarinrot 1 *R* extra (Nr. 13). 134. Brillant—Alizarinbordeaux (Nr. 15). 135. Alizarinbordeaux (Nr. 16), dunkler als der vorige. 136. Helioechtblau *BL* konz. (Nr. 20). 137. Mennige (Nr. 26). 138. Preußischblau (Nr. 28).

Aus den Mustern der Anilinfarblacke auf Papier der Badischen Anilin- und Sodafabrik. 139. Primazingelb 6 extra pat. und Lichtgrün *SL* (Nr. 10). 140. Id. Mischung in anderer Proportion, dunkler (Nr. 11). 141. Naphtholgelb *S* f. Lackgrün *PL* (Nr. 13). 142. Neptungrün *SG* (Nr. 15).

Muster gefärbter Wolle aus derselben Fabrik; die Gewichtsquantität der Farbe auf die Einheit des Gewichtes des trockenen Stoffes ist im entsprechenden Musterhefte angezeigt. 143. Orange II (Nr. 4). 144. Eosin *A* (Nr. 10). 145. Säureviolett 4 *BL* (Nr. 20). 146. Säureviolett 6 *BN* (Nr. 21). 147. Wasserblau *PP* (Nr. 22) (alle drei blau). 148. Blau *SL* extra (Nr. 28). 149. Säuregrün *SF* gelblich (Nr. 30). 150. Säuregrün 1224 (Nr. 31). 151. Rhodamine (Nr. 42) rosa. 152. Methylviolett *B* extra (Nr. 46). 153. Viktoriablau *B* (Nr. 51). 154. Marineblau *H* (Nr. 52). Es wäre zu weitläufig, noch Spektra von gefärbtem Leinen, Halbwolle, Baumwolle, Leder usw. vorzuführen.

Es folgen noch einige Spektra der mit wäßrigen Lösungen verschiedener Stoffe getränkten und dann getrockneten Gipsplatten.

155. Gelbe Anilinfarbe. 156. Naphthalinrot (rosa). 157. Rhodulinrot Bayer (rosa). 158. Eosin (rot). 159. Patentblau (Meyer). 160. Smaragdagrün (Bayer). 161. Cobaltum sulfuricum (hellrosa). 162. Cuprum aceticum (dunkelgrün). 163. Natriumbicarbonat (dunkelorange).

Gruppe C.

Reihe VI.

16. Sie umfaßt die Spektra fester natürlicher Körper; Zeichnungen Nr. 164—171 gehören unorganischen und Nr. 172—185 organischen Körpern im natürlichen Lichte.

Weiße natürliche Körper wie Kreide, Gips u. a. geben sehr schwache Polarisation und dementsprechend schwache Savartsche Streifen. Magnesia usta stellt in dieser Hinsicht den weißesten Körper. Schwarze Körper, wie Holz- oder Steinkohle, schwarze Harze, Gesteine usw. geben starke Polarisation und starke Savartsche Streifen. Graue Steine geben eine mittlere Polarisation je nach ihrer Lage zwischen schwarz und weiß. Braune oder rötlichbraune geben schwache Streifen in Rot und Orange, starke in Grün, Blau, Indigo; Absorptionsschatten findet man im äußersten Rot, wo manchmal auch Spuren von einem Paternosterstreifen bemerkt werden. Schwefel und gelbliche Gesteine und Erden geben eine merkliche Polarisation zwischen 0,59—0,45 μ, schwache im Rot, eine Absorption im äußersten Rot. Dasselbe gilt auch für rote oder rötliche Gesteine und Erden. In Körpern, die eine auswählende Absorption besitzen, verwandeln sich die Absorptionsstreifen in Paternosterstreifen; diese Erscheinung ist sehr schön bei Didymsalzen, welche auf einer Porzellanplatte ausgebreitet sind, zu beobachten. Die weiter vorgebrachten Beobachtungen sind außer dem Reflexionswinkel gemacht.

Unorganische Körper. 164. Spektrum von der Oberfläche eines Stückes festen Karmins aus der Kollektion des Herrn Mamontoff. Die verschiedenen Sorten dieses Farbstoffes unterscheiden sich durch die mindere oder größere Dunkelheit des Halbschattens, in welchem die Savartschen Streifen eingebettet sind. 165. Gepreßte Tablette von Crownorange. 166. Gepreßte Tablette von Crowngelb. 167. Gepreßte Tablette von Crowngelb, andere Sorte. 168. Gepreßte Tablette von Methylviolett. 169. Gepreßte Tablette von Rhodamine. 170. Gepreßte Tablette von Viktoriablau. 171. Gepreßte Tablette von Eosin rot. Alle Stoffe aus der Kollektion des Herrn Mamontoff.

Organische Körper. 172. Zeigt das vollständigste Spektrum, welches ich von einem Organ einer Pflanze erhalten konnte. Es ist beobachtet an einem Stück der grünen Rinde einer Wassermelone und bei einigen frischen und getrockneten Blättern. Die Ursache der Verschiedenheit der Spektra grüner Teile verschiedener Pflanzen liegt vermutlich in dem äußersten Häutchen, welches das beobachtete Objekt überzieht; eine vorhergehende Bearbeitung der Teile der Pflanze mit physikalischen oder chemischen Agenzien muß auch die von ihnen erhaltenen Spektra ändern. 173. Trockenes rotes Blatt einer Espe, welches im Herbste vom Baume abgefallen ist; denselben Typus geben auch einige rote Blumen. 174. Gelbe Blume von Tagetes patula; weiße und rosafarbige Blumen geben fast keine Polarisation, auch existieren keine Absorptionsschatten. 175. Trockene lila Blume von Mohn; wir begegnen hier einem Paar von Paternosterstreifen des Spektrums Nr. 172; Blumen anderer Farben unterscheiden sich durch die Stärke der Savartschen Streifen im Gebiete 0,656—0,610 μ und der Paternosterstreifen. 176. Lila Blume der Anemone chinensis aus Nizza; die roten Blumen dieser Pflanze geben ein Spektrum vom Typus 173. 177. Spektrum des Blattes derselben Pflanze. 178. Spektrum des Stengels derselben Pflanze; die Paternosterstreifen dieser drei letzten Spektra findet man in dem vollständigen Spektrum Nr. 172. 179. Dunkelbraune Blume des Lackfiols. 180. Spektrum des Fleisches; dasselbe Spektrum wird auch vom Finger eines jungen Mannes erhalten; es entspricht dem Spektrum des Hämoglobins. 181. Die orange Feder aus dem Schwanze eines Hahnes. 182. Schwarze Feder (mit metallischem Glanze) eines Enterichs. 183. Zum Vergleiche ist ein Spektrum der Steinkohle angegeben; man bemerkt Paternosterstreifen bei 0,67 μ. 184. Gelber Fleck an der Spitze des Flügels eines Schmetterlings. 185. Spektrum des grünen Kopfes eines australischen Vogels.

Am Ende dieser Arbeit halte ich es für eine angenehme Pflicht meinen Dank zu äußern dem Professor der Moskauer Technischen Hochschule Herrn P. Petrow, dem Herrn S. Mamontoff, Direktor der mehrfach zitierten Firma in Moskau, und dem Laboratoriumsleiter derselben, Herrn W. Kisseleff für die liebenswürdige Lieferung des für die Arbeit notwendigen Materials.

Moskau.

(Eingegangen 6. September 1912.)

Gravitation und Elektrizität.

Von G. Borelius.

I.

Es ist seit langem ein Bedürfnis der Wissenschaft, einen Zusammenhang zwischen Gravitation und Elektromagnetismus zu finden. Von H. A. Lorentz[1]) stammt ein Versuch, die Gravitation durch die Annahme zu erklären, daß die Attraktion zwischen ungleichnamigen elektrischen Ladungen größer wäre als die Abstoßung zwischen gleichnamigen. Er hat diesen Ansatz für die Wirkung ungeladener Körper durchgeführt. Später hat R. Gans[2]) die Lorentzsche Annahme allgemein behandelt. Eine Schwäche dieser Annahme ist es zweifellos, daß sie die ponderomotorische Kraft nicht aus der gesamten Energieänderung bei einer Verrückung der betrachteten Ladungen herleitet. Es wird dadurch sehr schwer, dem gemachten Ansatz eine physikalische Deutung zu geben.

Wir wollen in diesem ersten Teil unserer Untersuchung einen anderen Weg einschlagen, die uns aus einfachen Voraussetzungen zunächst für ruhende Körper zu einer Erklärung der Gravitation als elektrostatisches Phänomen führen wird. Nachdem werden wir im zweiten auf einen kurzen Vergleich mit der Lorentzschen Annahme zurückkommen.

Da die Masse eines (negativen) Elektrons rein elektrischer Natur ist und also ein elektrisch ungeladener Körper auf ein entferntes Elektron keine Kraft ausübt, definieren wir als gleich große Mengen positiver und negativer Elektrizität solche, die selbst nahe an- oder ineinander placiert, auf entfernte Elektronen keine Kraft ausüben. Elektrizitätsmengen werden hier mit kleinem m bezeichnet und immer als positive Größen aufgefaßt.

Dann begründen wir in folgender Weise einen Unterschied zwischen der positiven und negativen molekularen Elektrizität. Die negative Elektrizität, deren Kraftzentren überall in einer einzigen Art von Elektronen zu suchen sind, besitzt ein Feld, dessen Potential, wenigstens für große Abstände r, sich durch

$$P_n = -\frac{m_n a_n}{r} \tag{1}$$

ausdrücken läßt, wo die Konstante a_n für die negative Elektrizität charakteristisch ist. Die bei der Bewegung einer negativen Elektrizitätsmenge m_n zwischen Punkte verschiedener Potentiale geleitete Arbeit ist proportional einer elektrischen Masse

$$M_n = -m_n c_n. \tag{2}$$

Es ist also $-c_n$ die Masse per Einheitsmenge negativer Elektrizität.

Um unsere Untersuchung so allgemein als möglich zu halten, schreiben wir den positiven Kraftzentren der verschiedenen Atome verschiedene Eigenschaften zu, und es ist für jede Atomart das Potential

$$P_p = \frac{m_p a_p}{r} \tag{3}$$

und die Masse

$$M_p = m_p c_p, \tag{4}$$

wo jedes Paar der Konstanten a_p und c_p einer speziellen Art von Atomen gehört.

Das Potential ist also bei großen Abständen dem Abstand umgekehrt proportional. Potential und Masse werden wir als superponierende Eigenschaften auffassen.

Wir wollen jetzt die ponderomotorische Kraft für den Fall zwei beliebiger Körper von kleinen Dimensionen im großen Abstande r aus der potentiellen Energie des Systems ableiten. Der eine Körper besteht aus den positiven Elektrizitätsmengen m_1, $m_2 \ldots m_p \ldots$, den Atomarten $1, 2 \ldots p \ldots$ und der negativen Menge m_n. Seine gesamte Masse ist

$$M = \Sigma m_p c_p - m_n c_n, \tag{5}$$

und das Potential im Abstande r

$$P = \sum \frac{m_p a_p}{r} - \frac{m_n a_n}{r}. \tag{6}$$

Für die entsprechenden Größen des anderen Körpers wenden wir dieselben Bezeichnungen gestrichelt an, also

$$M' = \Sigma m'_p c_p - m'_n c_n, \tag{7}$$

$$P' = \sum \frac{m'_p a_p}{r} - \frac{m'_n a_n}{r}. \tag{8}$$

Die vom Abstande des Körpers abhängige potentielle Energie des Systems ist

$$U = \frac{1}{2} PM' + \frac{1}{2} P'M, \tag{9}$$

oder beim Einsetzen von (5) bis (8)

$$U = \frac{1}{2}\left(\sum \frac{m_p a_p}{r} - \frac{m_n a_n}{r}\right)(\Sigma m'_p c_p - m'_n c_n) + \\ + \frac{1}{2}\left(\sum \frac{m'_p a_p}{r} - \frac{m'_n a_n}{r}\right)(\Sigma m_p c_p - m_n c_n). \tag{10}$$

Die Abstoßung der beiden Körper wird

$$K = -\frac{dU}{dr} = \\ = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{r^2}\left[(\Sigma m_p a_p - m_n a_n)(\Sigma m'_p c_p - m'_n c_n) + \right. \\ \left. + (\Sigma m'_p a_p - m'_n a_n)(\Sigma m_p c_p - m_n c_n)\right]. \tag{11}$$

Um diesen Ausdruck zu vereinfachen, wollen wir jetzt unsere Definition der gleich großen Mengen positiver und negativer Elektrizität an-

1) Versl. Kon. Ak. Wet. Amsterdam **8**, 603, 1900.
2) Diese Zeitschr. **6**, 803, 1905.

wenden. Setzen wir nämlich $m_n = \Sigma m_\beta$ und jedes $m_\beta' = 0$, müssen wir $K = 0$ erhalten, also

$$K = \frac{1}{2}\frac{1}{r^2}\,[-(\Sigma m_\beta a_\beta - m_n a_n)\, m_n' c_n - \\ - m_n' a_n (\Sigma m_\beta c_\beta - m_n c_n)] = 0.$$

Hier können wir aber m_n in Teile zerlegen, von denen jedes eines der m_β gleich groß ist und bekommen

$$K = 0 = -\frac{1}{2}\cdot\frac{1}{r^2}\cdot[m_n' c_n \Sigma m_\beta (a_\beta - a_n) + \\ + m_n' a_n \cdot \Sigma m_\beta (c_\beta - c_n)] = \frac{1}{2}\frac{1}{r^2}\cdot m_n' a_n c_n \cdot \\ \cdot \Sigma m_\beta \left(\frac{a_\beta - a_n}{a_n} + \frac{c_\beta - c_n}{c_n}\right).$$

Da die m_β ganz willkürlich sind, kann dies nur erfüllt werden, wenn für jedes β

$$\frac{a_\beta - a_n}{a_n} + \frac{c_\beta - c_n}{c_n} = 0. \qquad (12)$$

Setzen wir

$$\frac{a_\beta - a_n}{a_n} = -\frac{c_\beta - c_n}{c_n} = \alpha_\beta, \qquad (13)$$

so wird erhalten

$$a_\beta = a_n(1 + \alpha_\beta), \qquad (14)$$

$$c_\beta = c_n(1 - \alpha_\beta). \qquad (15)$$

Diese letzten Ausdrücke der Konstanten a_β und c_β in (11) eingesetzt, geben schließlich

$$K = \frac{a_n c_n}{r^2}(\Sigma m_\beta - m_n)(\Sigma m_\beta' - m_n') - \\ - \frac{a_n c_n}{r^2}\Sigma \alpha_\beta m_\beta \cdot \Sigma \alpha_\beta m_\beta'. \qquad (16)$$

Das erste Glied entspricht dem Gesetz von Coulomb, das zweite dem von Newton. Wie leicht zu sehen, sind unsere Elektrizitätsmengen m das, was man gewöhnlich beim Verwenden des Coulombschen Gesetzes unter elektrischer Menge, Masse oder Ladung versteht. Die Konstanten α_β, die die gravitierenden Massen der Einheitsmengen positiver Elektrizität angeben, können wir vielleicht als die Gravitationskoeffizienten der verschiedenen Atomarten bezeichnen.

Speziell können die α_β einander auch alle gleich sein. Die Newtonsche Attraktion wird dann

$$\frac{a_n c_n \alpha_\beta^2}{r^2}\cdot \Sigma m_\beta \cdot \Sigma m_\beta'$$

geschrieben werden können. Unsere Berechnungen machen eine solche Annahme allerdings nicht notwendig. Die gravitierende Masse eines ungeladenen Körpers braucht also nicht, wie Gans es behauptet, der Zahl seiner Elektronen proportional zu sein.

II.

Um die Beziehungen unserer Ausführungen zu der Lorentzschen Annahme klar zu machen, sehen wir zuerst, wie es auch Lorentz tut, von Verschiedenheiten der positiven Kraftzentren ab. Die ponderomotorische Kraft können wir dann schreiben

$$K = \frac{a_n c_n}{r^2}\,[m_\beta m'_\beta (1 - \alpha_\beta^2) - m_\beta m'_n - \\ - m_n m'_\beta + m_n m'_n].$$

Führen wir jetzt die Größen ein

$$\varrho_\beta = \frac{m_\beta}{\sqrt{1 - \alpha_\beta^2}}, \qquad \varrho_n = -m_n,$$

$$\varrho'_\beta = \frac{m'_\beta}{\sqrt{1 - \alpha_\beta^2}}, \qquad \varrho'_n = -m'_n,$$

so wird

$$K = \frac{a_n c_n}{r^2}\left[\varrho_\beta \varrho'_\beta + \frac{1}{\sqrt{1 - \alpha_\beta^2}}\varrho_\beta \varrho'_n + \right. \\ \left. + \frac{1}{\sqrt{1 - \alpha_\beta^2}}\varrho_n \varrho'_\beta + \varrho_n \varrho'_n\right].$$

Die Attraktion zwischen Ungleichnamigen der Größen ϱ ist um $\frac{1}{\sqrt{1 - \alpha_\beta^2}}$ größer als die Abstoßung zwischen Gleichnamigen, und die ϱ entsprechen in der Tat der Lorentzschen Annahme. Diese Größen sind aber weder die von uns definierten Massen, noch die Mengen, also auch nicht, was man mit Ladungen zu verstehen gewohnt ist.

Es hat noch W. Sutherland[1]) für die Attraktion zweier gleichen elektrischen Dipole in großer Entfernung einen Ausdruck aufgestellt. Sind c_1 und c_2 die positiven und negativen Massen der Dipole, ist die Kraft

$$K = \frac{1}{r^2}\,[-c_1^2(1 - b) + 2c_1 c_2 - c_2^2(1 - c)],$$

wo $b \neq c$, b und c von Null verschieden. Diese Größen c_1 und c_2 sind aber auch nicht mit unseren Massen oder Mengen identisch.

1) Phil. Mag. **8**, 685, 1904.

Lund, im August 1912.

(Eingegangen 23. August 1912.)

Bemerkung über Zerstreuung und Absorption von β-Strahlen und Röntgenstrahlen in Kristallen.

Von J. Stark.

Versuche[1]) über das Eindringen von Kanalstrahlen in Kristalle haben es wahrscheinlich gemacht, daß diese Strahlen parallel ausgezeichneten Ebenen tiefer in das Innere von Kri-

1) J. Stark und G. Wendt, Ann. d. Phys. **38**, 921, 1912.

stallen einzudringen vermögen als parallel anderen Ebenen. In Fortsetzung dieser Versuche wollte ich die Erscheinungen untersuchen, welche beim Durchgang eines dünnen β- und Röntgenstrahlenbündels durch Kristallplatten auftreten. Da ich hieran gegenwärtig gehindert bin, so teile ich die Überlegungen mit, nach welchen derartige Versuche angestellt werden können.

In amorphen Körpern sind nach der herrschenden Vorstellung die Atome von Punkt zu Punkt in verschiedenen Abständen und Orientierungen unregelmäßig gelagert; die benachbarten zwischenmolekularen Kraftfelder sind in unregelmäßiger Weise gegeneinander verschoben und verdreht; es lassen sich in ihnen keine Geraden ziehen, welche nur zwischenmolekulare Kraftfelder und nicht auch in buntem Wechsel innermolekulare oder inneratomische Kraftfelder durchsetzen. Bei seiner Bewegung in einem amorphen Körper trifft daher ein Teilchen, welches elektromagnetisch empfindlich ist, bald auf zwischen-, bald auf innermolekulare und inneratomische Kraftfelder und erfährt beim Eindringen in diese in wechselnder Richtung und wechselndem Betrage Ablenkungen von seiner Bahn.

Anders liegen die Verhältnisse in einem Kristall. Hier sind die elementaren Kraftfelder in geordneter Weise zusammengebaut; es lassen sich in ihnen Gerade oder gerade Kanäle ziehen, welche ausschließlich nur zwischenmolekulare Kraftfelder in regelmäßig wiederkehrender Anordnung durchsetzen; außerdem lassen sich geradlinige Kanäle ziehen, in welchen die Moleküle oder Atome in dichter Folge hintereinander liegen, welche also sehr starke inneratomische Kraftfelder umschließen. Ein von Atomen freier Kanal sei Kristallschacht genannt. Die Kristallstruktur bedingt, daß ein Schacht von bestimmter Richtung parallel seiner Achse in regelmäßigen Abständen durch den Kristall sich wiederholt. Ferner ordnen sich je nach der Kristallsymmetrie rings um eine kristallographische Achse gleichwertige Schächte von verschiedener Neigung an; auch kommen natürlich in demselben Kristall im allgemeinen auch ungleichwertige Schächte vor, die sich nach Querschnitt und Art der in ihnen aneinander gereihten zwischenmolekularen Kraftfelder unterscheiden.

Dringt nun ein elektromagnetisch empfindliches Teilchen so in einen Kristall ein, daß es auf Atome oder inneratomische Kraftfelder trifft, so erfährt es große Ablenkungen von seinem Wege oder wird von den Kraftfeldern festgehalten. Gelangt es dagegen in einen Kristallschacht parallel zu diesem, so wird es bei seiner Vorwärtsbewegung eine viel kleinere Ablenkung durch die schwächeren zwischenmolekularen Kraftfelder erfahren; und wird es von den im Schacht aufeinanderfolgenden elementaren Feldern abwechselnd in entgegengesetzten Richtungen in gleich großen Beträgen abgelenkt, so wird es auf einer langen Strecke in einer sinusförmigen Bahn den Kristallschacht durchlaufen. In Kristallen werden demnach elektromagnetisch empfindliche Teilchen längs ausgezeichneten Achsen viele größere Schichtdicken zu durchdringen vermögen als in amorphen Körpern.

Außer der selektiven Absorption ist noch eine andere Erscheinung aus der atomistischen Ordnung der Kristalle zu folgern. Durch diese wird nämlich bedingt, daß sich die primären Strahlen in Gruppen teilen lassen, innerhalb deren die einzelnen Strahlen gleichartige elementare Kraftfelder längs homologen Punktreihen durchlaufen. Entsprechend der Kongruenz der Kraftfelder in diesen Punktreihen werden dann die primären Strahlen derselben Gruppe selektiv in derselben Richtung abgelenkt oder zerstreut. Es wird demnach in einem Kristall nicht bloß die Absorption, sondern auch die Zerstreuung von Strahlenteilchen selektiv in verschiedenen Achsen erfolgen. Damit darum parallel einer Achse die Intensität der zerstreuten, von einem Kristall durchgelassenen Strahlen groß wird, muß diese Achse gleichzeitig eine Kristallschachtachse und eine Achse maximaler Zerstreuung sein, oder wenigstens einer solchen nahe liegen.

Die vorstehenden Überlegungen lassen sich mit folgender Versuchsanordnung experimentell prüfen. Ein dünnes Strahlenbündel elektromagnetisch empfindlicher Teilchen läßt man auf eine Platte fallen, die in bestimmter Orientierung aus einem möglichst reinen Kristall geschnitten ist. Die Strahlenteilchen werden dann im Innern der Kristallplatte in mehr oder weniger großer Zahl eine Zerstreuung nach allen möglichen Richtungen erfahren. Diejenigen Teilchen indes, welche hierbei in einen Kristallschacht parallel dessen Achse gelenkt werden, werden im Schacht weiterfliegen. Infolgedessen werden auf der Rückseite der Kristallplatte die zerstreuten Strahlen nicht in allen Achsen in gleicher Intensität austreten, sondern in den Richtungen der Kristallschächte und der Achsen maximaler Zerstreuung in größerer Intensität als in den übrigen Richtungen. Wird darum hinter der Kristallplatte in einem Abstand von ihr, welcher groß ist im Vergleich zur Dicke des Strahlenbündels, eine gegen die Strahlen empfindliche Platte, z. B. eine photographische Platte, aufgestellt, so wird auf dieser erstens zentral die Spur des primären unzerstreuten Strahlenbündels sich abzeichnen, zwei-

tens rund herum die Projektion des durchleuchteten Kristallstückes in den Achsen der Kristallschächte. Gleichwertige Kristallschachtachsen von gleicher Neigung gegen das primäre Strahlenbündel werden hierbei gleich intensive Zerstreuungsbilder liefern; in der Anordnung der Zerstreuungsbilder wird sich die Symmetrie des Kristalls zum Ausdruck bringen. In Fig. 1 ist schematisch der hier gedachte Versuch dargestellt.

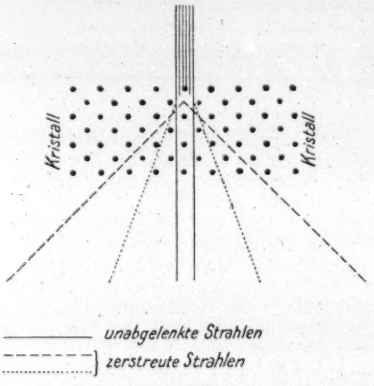


Fig. 1.

Die hier angestellten Überlegungen lassen sich ohne weiteres auf Kathoden-, β- und α-Strahlen anwenden. Am aussichtsreichsten erscheint zunächst der Versuch mit β-Strahlen. Denn da diese weniger absorbierbar sind, so lassen sie handliche Dicken von Kristallplatten zu. Die stärker absorbierbaren α-Strahlen dürften außerdem infolge ihrer starken chemischen Wirkung die Kristallstruktur auf ihrem Wege in merkbarerer Weise zerstören. Wie kaum bemerkt zu werden braucht, dürfte es ratsam sein, den Versuch im luftverdünnten Raum anzustellen. Als Dicke des zu verwendenden parallelen Strahlenbündels empfiehlt sich 0,5 bis 1 mm, als Abstand Kristall—photographische Platte 2—4 cm.

Da ich an verschiedenen Stellen gewisse Eigenschaften der Röntgenstrahlen auf Grund der Lichtzellenhypothese[1]) gedeutet habe, lag es für mich nahe, die obigen Überlegungen auch auf Röntgenstrahlen anzuwenden. Denkt man sich nämlich die Energie der elementaren Röntgenstrahlung bei der Fortpflanzung in einem kleinen Volumen lokalisiert bleibend, so wird ein Bündel von Röntgenstrahlquanten in einem Kristall ähnlich β-Strahlen eine selektive Zerstreuung und eine selektiv verringerte Absorption längs den Achsen von Kristallschächten erfahren und wird darum an einer Kristallplatte mehrere diskontinuierliche Zerstreuungsbündel liefern. Es ist natürlich nicht notwendig, daß die Röntgen- und die β-Strahlen an derselben Kristallplatte dieselbe Zerstreuungsfigur liefern.

Es ist bemerkenswert, daß ich auf Grund der Lichtzellenhypothese diese Überlegung anstellte, noch bevor mir die Beobachtungen[1]) bekannt wurden, welche W. Friedrich und P. Knipping auf Anlaß von M. Laue über die Zerstreuung von Röntgenstrahlen in Kristallplatten machten, und welche diese Autoren als eine Interferenz von Röntgenstrahlen deuten. Ohne diese Auffassung für unzutreffend erklären zu wollen, möchte ich immerhin darauf hinweisen, daß die bisherigen experimentellen Resultate die Zulässigkeit der hier entwickelten Auffassung einer selektiven Zerstreuung und selektiven Absorption von Röntgenstrahlen in Kristallen nicht ausschließen. Es lassen sich alle von Friedrich und Knipping mitgeteilten Beobachtungen mit dieser Auffassung in Einklang bringen.

1. Wie leicht zu sehen ist, muß nach der Kristallschachthypothese ein jedes zerstreute Röntgenstrahlenbündel parallel sein, also auf photographischen Platten in verschieden großen Abständen vom Kristall gleich große Zerstreuungsflecken liefern. Dies finden in der Tat Friedrich und Knipping.

2. Über die Form der Zerstreuungsflecken bzw. ihre Intensitätsverteilung lassen sich aus unserer Auffassung mehrere Folgerungen ziehen. Die in einen bestimmten einzelnen Kristallschacht zerstreuten Röntgenstrahlen werden um so zahlreicher sein, also mit um so größerer Gesamtintensität auf der Platte sich abzeichnen, je länger die primär bestrahlte Strecke des Kristallschachtes ist. Durchsetzt demnach das primäre Röntgenstrahlenbündel die Kristallplatte normal, stellt Fig. 2 das durchstrahlte kreiszylindrische Kristallstück dar und ist AA' bzw. BB' einem Kristallschacht parallel, so liefern offenbar alle ihnen parallelen Schächte, welche die schraffierten, von je zwei Kreisen begrenzten Flächen schneiden, dieselbe maximale Intensität; die seitlich an ihnen vorbeigehenden Schächte durch den übrigen Teil der Zylinder-Endflächen (punktiert) liefern eine kleinere Intensität. Auf der parallel der Kristallplatte stehenden photographischen Schicht muß darum ein der schraffierten Fläche kongruenter

1) Vergl. J. Stark, Die elementare Strahlung, S. 259, S. Hirzel, Leipzig 1911.

1) W. Friedrich, P. Knipping und M. Laue, Interferenzerscheinungen bei Röntgenstrahlen. Münch. Ber. 1912, S. 303.

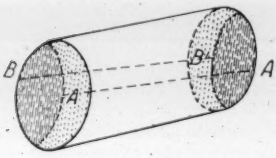


Fig. 2.

intensiver, angenähert elliptischer Zerstreuungsfleck erscheinen. Die lange Achse einer jeden „Zerstreuungsellipse" muß immer senkrecht zur Ebene durch die primäre Strahlenachse und die Zerstreuungsachse stehen. Die kurze Achse der Zerstreuungsellipse muß um so kleiner werden, je größer der Winkel zwischen der primären Strahlenachse und der Zerstreuungsachse wird. Mit dem Anwachsen dieses Winkels wird auch die große Achse der Zerstreuungsellipse kleiner, es nimmt also der Fleck großer Intensität ab, während gleichzeitig auf seine Kosten der ihn umgebende weniger intensive Zerstreuungsfleck (punktiert in Fig. 2) größer wird. Alle diese Einzelheiten findet man in den von Friedrich und Knipping veröffentlichten Tafeln wieder.

3. Die ganze Zerstreuungsfigur (intensive Ellipse und weniger intensive Umgebung) ist die Projektion des primär durchstrahlten Kristallstückes parallel den Kristallschachtachsen auf die photographische Platte. Wird darum die Platte schief, aber in einer kristallographischen Symmetrieachse von dem primären Strahlenbündel durchsetzt, so erscheinen die Zerstreuungsflecke gleichwertiger Achsen zwar in symmetrischer Anordnung, aber in verschiedener Größe, wofür Fig. 12, Taf. V von Friedrich und Knipping ein Beispiel gibt.

4. Bei gleichen Expositionsbedingungen liefert eine dicke Kristallplatte eine intensivere Zerstreuungsellipse als eine dünnere Platte aus demselben Kristall von gleicher Orientierung. In der Tat erhalten Friedrich und Knipping mit einer 15 mm dicken Steinsalzplatte eine wesentlich größere Schwärzung als mit einer 1,5 mm dicken Platte.

5. Die Lage der Zerstreuungsflecken ist für eine bestimmte Kristallplatte unabhängig von der Absorbierbarkeit oder der Wellenlänge der Röntgenstrahlen, insofern alle Wellenlängen in dieselben Kristallschächte zerstreut werden. Eine jede Röntgenröhre liefert darum trotz starker Veränderlichkeit ihrer Härte während der Exposition, wie Friedrich und Knipping tatsächlich finden, scharfe Zerstreuungsflecken. Deren Lage ist folglich für eine bestimmte Kristallplatte auch unabhängig von der charakteristischen oder linienhaften Eigenstrahlung (Platin oder Kupfer) der Antikathode, eine Folgerung, die zwar für eine Platin-Antikathode[1]) in den Versuchen von Friedrich und Knipping zuzutreffen scheint, aber noch weiterer experimenteller Prüfung bedarf.

6. Die relative Lage und Anordnung der Zerstreuungsflecke hat nichts zu tun mit der linienhaften oder charakteristischen Röntgenstrahlung der Atome der Kristallplatte, sondern wird von allen chemischen Elementen geliefert und wird in erster Linie durch die kristallographische Symmetrie einer Kristallplatte bedingt. Dieselbe primäre Röntgenstrahlung liefert also an einer Bleiglanz-, Kupfervitriol-, Zinkblende-, Steinsalz- und Diamantplatte scharfe Zerstreuungsfiguren, wie Friedrich und Knipping in der Tat finden.

7. Die Symmetrie der Zerstreuungsfigur entspricht immer der Symmetrie der Kristallschachtachsen und somit immer der kristallographischen Symmetrie der verwendeten Platte. Für einen regulären Kristall von drei gleichen Kanten des Elementarwürfels ordnet sich also jeder Symmetrieachse eine entsprechende Zerstreuungsfigur zu, also einer zwei-, drei- bzw. vierzähligen Symmetrieachse in der primären Strahlenachse eine Zerstreuungsfigur von zwei, drei bzw. vier Symmetrieschnitten. Dies finden Friedrich und Knipping in der Tat für die reguläre Zinkblende.

8. Die in verschiedenen Abständen von der primären Strahlenachse liegenden Zerstreuungsflecke werden von Röntgenstrahlen gleicher Absorbierbarkeit hervorgebracht. In der Tat finden Friedrich und Knipping nach der photographischen Methode für 50—57—74—86 mm Abstand die Absorptionsindizes 3,5—4,7—3,2—3,9 cm^{-1}. Die Unterschiede zwischen diesen Werten sind wohl durch die Ungenauigkeit der photographischen Methode bedingt.

9. Die verschieden große Intensität der Zerstreuungsflecke ist vermutlich auf die Ungleichwertigkeit verschiedener Kristallschachtachsen und auf die selektive Zerstreuung zurückzuführen. Je nach dem Querschnitt eines elementaren Kristallschachtes wird die zurückbleibende Absorption der zerstreuten Strahlen in ihm verschieden groß sein. Auch wird diese Absorption um so größer sein, eine je größere Schichtdicke die zerstreuten Strahlen im Kristall

1) Friedrich und Knipping finden nach der photographischen Methode für die zerstreute Strahlung einen Absorptionsindex von 3,84 cm^{-1} in Aluminium. Gemäß Messungen von H. Kirschbaum im Aachener Physikalischen Institut entspricht diesem Wert ein Absorptionsindex von 13 cm^{-1} nach der Ionisierungsmethode. Der Absorptionsindex, welcher nach dieser Methode die bekannte Eigenstrahlung des Platins charakterisiert, ist indes nach Ch. G. Barkla (Jahrb. d. Rad. u. El. **8**, 483, 1911) ungefähr 74 cm^{-1}.

längs verschiedenen Schachtachsen zu durchsetzen haben. Diese Vermutung scheint durch die Resultate von Friedrich und Knipping ebenfalls bestätigt zu werden.

10. Änderung der Neigung der Kristallplatte gegen die primäre Strahlenachse bedeutet Änderung der Richtung der elementaren ablenkenden Kraftfelder gegen die Richtung der primären Strahlen und damit Änderung der Menge Strahlen, welche in einen Kristallschacht von geänderter Neigung abgelenkt werden. Wird darum die Kristallplatte, welche, primär längs einer Symmetrieachse durchstrahlt, eine symmetrische Zerstreuungsfigur liefert, um einige Grad (3°) gegen diese Lage geneigt, so liefert sie zwar noch ebenso viele Zerstreuungsflecken wie zuvor, wenn auch in gestörter Symmetrie, da die sie hervorbringenden zerstreuten Strahlenbündel zusammen mit der Platte sich drehen; aber im allgemeinen ist das Verhältnis ihrer Intensitäten ein anderes als beim Zusammenfallen von Symmetrieachse und primärer Strahlenachse. Es ist möglich, daß sich in dieser Weise die merkwürdige Verschiedenheit der Intensitätsverhältnisse in Fig. 7 u. 8 und in Fig. 5 u. 11 der Arbeit von Friedrich und Knipping erklärt. Auf Grund der vorstehenden Überlegung sind auch, wie nicht weiter ausgeführt zu werden braucht, eigenartige Erscheinungen bei der Zerstreuung polarisierter Röntgenstrahlen in Kristallen zu erwarten.

Wenn nun auch die hier diskutierte Zerstreuungshypothese in guter Übereinstimmung mit den experimentellen Resultaten steht, so möchte ich ihr doch noch nicht den Vorzug vor der Interferenzhypothese geben. Eine Entscheidung zwischen ihnen können nur weitere Beobachtungen bringen.

Aachen, Physik. Institut der Techn. Hochschule, 26. August 1912.

(Eingegangen 1. September 1912.)

Nachtrag zu meiner Notiz über „Das Versagen des Kirchhoffschen Satzes über Emissions- und Absorptionsvermögen bei inhomogenen Körpern".

Von W. Voigt.

In der obengenannten Arbeit (diese Zeitschrift **13**, 848, 1912) habe ich zunächst untersucht, ob die enormen Abweichungen von der Proportionalität zwischen Emission und Absorption, welche die Beobachtungen von Herrn Brotherus an *Na*-Flammen ergeben haben, auf der Vernachlässigung der Reflexionen bei Berechnung des Emissions- und des Absorptionsvermögens beruhen könnten. Als sich hier ein negatives Resultat ergab, habe ich bemerkt, daß der Kirchhoffsche Beweis seines Satzes im Falle inhomogener Medien mir eine schwache Stelle zu haben scheint, insofern bei solchen Medien eine Reversibilität des Strahlenganges zwar angenähert (wie das gewöhnlich z. B. in Anwendung des Fermatschen Satzes als genügend betrachtet wird), aber doch nicht völlig streng stattfindet, daß also Abweichungen von dem Satze bei diesen Medien nicht ausgeschlossen wären.

Seitdem habe ich erkannt, daß die beobachteten Abweichungen (deren Größe sich ja schwer mit letzterem Gesichtspunkt vereinbaren ließe) sich ganz einfach aus der Ungleichförmigkeit der Temperatur in der Flamme erklären, deren Einfluß ich zuvor völlig unterschätzt hatte. Die Temperatur tritt nämlich in den Formeln der Theorie nicht explizit auf, sondern nur implizit, und bei den Parametern n und $\varkappa$ des Körpers ist es gleichgültig, ob die Inhomogenität durch eine Veränderlichkeit der Konstitution oder eine solche der Temperatur bewirkt wird. Indessen enthält die jeder Schicht des Körpers zugeordnete Emission e der gleichtemperierten schwarzen Ebene die Temperatur allein. Nimmt man dies e konstant an, so wird nach der Theorie das Verhältnis von Emission und Absorption auch für einen inhomogenen Körper bis auf eine praktisch zu vernachlässigende Größe mit e identisch. Die Annahme eines variabeln e ist aber für die theoretische Darstellung der beobachteten Emission wesentlich, und, wie die Rechnung des Herrn Brotherus gezeigt hat, kann man diese Darstellung ziemlich vollständig erreichen. Wenn aber e in der Flamme merklich variiert — und die Darstellung der Beobachtung erfordert eine starke Variation —, so ist es völlig plausibel, daß der Quotient E/A nicht konstant ist, wenngleich seine enorme Veränderlichkeit noch immer überrascht.

Göttingen, September 1912.

(Eingegangen 2. Oktober 1912.)

Die Spaltkamera [1]).

Von Wolfgang Otto.

Aus den photographischen Lehrbüchern ist die Lochkamera bekannt, bei welcher an Stelle der Linse nur eine feine, gewöhnlich kreisrunde Öffnung vorhanden ist. Eine große Verbreitung hat die Lochkamera nicht gefunden, weil die Bilder stets eine gewisse Unschärfe besitzen, und weil ferner wegen der Lichtschwäche der kleinen Öffnung die Expositionszeit ungefähr das Hundertfache beträgt als wie bei einem Objektiv F : 15. Immerhin kommt neuerdings die Lochkamera in der künstlerischen Landschafts-

1) D. R. P. 231529.

photographie wieder etwas zu Ehren, da hierbei die genannten Nachteile nicht so störend wirken, während die Vorteile voll ausgenutzt werden können. Diese bestehen in der Weichheit und Tiefe der Bilder, im Fehlen von Spiegelbildern und Verzeichnungen, und schließlich, besonders bei großen Formaten, in der Billigkeit des Objektivs und der Kamera.

Mit der Lochkamera hat sich besonders Prof. Miethe beschäftigt, dem wir die Angabe

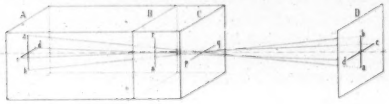


Fig. 1.

des Optimums der Öffnungen für die verschiedenen Abstände der Platte verdanken.

Die Spaltkamera ist eine Weiterbildung der Lochkamera. In Fig. 1 ist die Konstruktion und der Strahlengang rein schematisch wiedergegeben. In der Stirnwand der Kamera befindet sich an Stelle der feinen Öffnung ein geradliniger Spalt, und in einer gewissen Entfernung dahinter eine zweite lichtdichte Wand, die ebenfalls einen solchen Spalt besitzt, dessen Richtung jedoch von der des ersteren verschieden sein muß. In den meisten Fällen wird man einen Spalt vertikal, den anderen horizontal verlaufen lassen, doch ergeben auch andere Anordnungen interessante Resultate.

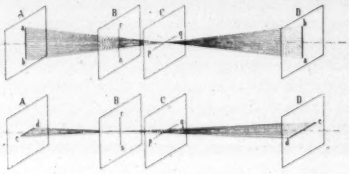


Fig. 2 u. 3.

Wie aus Fig. 1 hervorgeht, wird also die gewöhnlich als punktförmig angenommene Öffnung der Lochkamera in zwei Spalte aufgelöst, die wir hier der Einfachheit halber als von verschwindender Breite annehmen wollen. Je näher aneinander sich diese beiden Spalte befinden, desto mehr wird das erzeugte Bild dem einer Lochkamera ähneln. Wird die Distanz

Fig. 4.

Fig. 5.

beider Spaltebenen gleich Null, so ergibt sich in der Tat auch nur eine einzige Öffnung von rechteckiger Gestalt. Kehren wir jedoch zur dargestellten Anordnung zurück, so finden wir an Hand der Fig. 2 und 3, daß alle vertikalen Linien des abgebildeten Objekts in einem solchen Maßstab abgebildet werden, als ob sich die bilderzeugende Öffnung im horizontalen Spalt befände. Umgekehrt ist für die Dimensionen der horizontalen Linien des Bildes der Abstand des vertikalen Spaltes von der Bildebene maßgebend. Fig. 4 gibt eine Aufnahme wieder, bei welcher die Platte 21 cm vom horizontalen und 14 cm vom vertikalen Spalt entfernt war. Fig. 5 ist von demselben Standort aus aufgenommen, nur waren die beiden Spalte inzwischen um 90° gedreht worden.

Es ist bemerkenswert, wie wenig die Verkürzung der einen Dimension beim flüchtigen Beschauen der Bilder auffällt; erst beim Vergleich beider Aufnahmen kommt der Unterschied voll zum Bewußtsein.

Mit der Spaltkamera lassen sich eine große Reihe anderer bemerkenswerter Versuche anstellen, auf die hier jedoch nicht eingegangen werden soll. (Eingegangen 27. Juni 1912.)

Über δ-Strahlen.

Zur Entgegnung an Herrn Campbell.

Von Fr. Hauser.

In dieser Zeitschrift **12**, 466, 1911 habe ich eine Arbeit über die Selbstaufladung des Poloniums veröffentlicht.

Die sich auf das Wesentliche beschränkende Darstellung ist wohl zum Teil an den Mißverständnissen schuld, welche Herrn Campbell zu den Bemerkungen[1]) veranlaßten, die er zu meiner Arbeit gemacht hat.

Da ich fürchten muß, es könnten auch anderen Lesern Schwierigkeiten begegnen, so soll im folgenden vor allem eine entsprechende Ergänzung meiner früheren Arbeit gegeben werden.

Dabei wird sich zeigen, daß sich schon auf Grund dieser Ergänzung die meisten Bedenken Herrn Campbells zerstreuen lassen.

1. Bei der Erklärung des Unterschiedes, welcher sich zwischen der maximalen Selbstaufladegeschwindigkeit[2]) bei negativen Spannungen und der bei o Volt zeigte, äußerte ich, daß die Zahl der auf die polonisierte Platte auftreffenden Sekundärstrahlen „aus geometrischen Gründen“ gering sei.

Dies bezog sich nur auf den Fall, daß das Potential der polonisierten Elektrode negativ oder Null ist.

1) Norman Campbell, diese Zeitschr. **12**, 870, 1911 und Phil. Mag. S. VI, Vol. 23, 46, 1912.

2) In der durch ein spezielles Beispiel erläuterten Erklärung der Versuchsmethode (S. 467, 468) habe ich mit Selbstaufladegeschwindigkeit (a) zunächst nur die durch die Aussendung von Elektronen bedingte sekundliche Ladungsänderung der polonisierten Elektrode bezeichnet. Diese Bezeichnung mußte später für einige Versuche für die durch ausgesandte und auftreffende Elektronen bewirkte sekundliche Ladungsänderung dieser Elektrode verallgemeinert werden.

Da die Selbstaufladegeschwindigkeit ebenso wie die Aufladegeschwindigkeit am Auffänger sich von der gemessenen sekundlichen Spannungsänderung nur durch einen Faktor — die jeweilige Kapazität der Versuchsanordnung — unterscheidet, so habe ich in den meisten Fällen ihren Verlauf durch den Verlauf der sekundlichen Spannungsänderung dargestellt.

Daß aber schon bei letzterem dies bei entsprechender Form des Apparates zutrifft, läßt sich leicht annähernd ausrechnen.

Unter der Annahme einer Sekundärstrahlung von derselben Stärke wie die von der polonisierten Platte ausgehende negative Strahlung und beliebig häufiger Reflexion mit einem mittleren Reflexionskoeffizienten von 0,74 wird der bei 0 Volt auf die Poloniumplatte auftreffende Betrag für den Apparat, mit dem der auf S. 468, 2. Spalte angegebene Versuch durchgeführt wurde, $p_1 = 31{,}4$ Proz., bei dem kugelförmigen Apparat, der Fig. 3 lieferte, wird er $p_2 = 2{,}23$ Proz. und bei dem Apparat Fig. 1 nach Entfernung des Auffängers $p_3 = 1{,}87$ Proz. der von der polonisierten Platte ausgesandten negativen Strahlung.

Bei dem ersten Apparat ergab aber der eben erwähnte und ein anderer Versuch im Mittel nur $p_1 = 16$ Proz. Dieser Unterschied ist also jedenfalls größtenteils auf von der Gegenelektrode kommende Strahlen zurückzuführen. Reduzieren wir diesem experimentell erhaltenen Werte entsprechend die beiden anderen, so ergeben sie $p_2 = 1{,}15$ Proz. bzw. $p_3 = 0{,}95$ Proz.; also kleine Werte, die durch die Form der Apparate bedingt sind.

Speziell auf diese beiden Apparatformen bezog sich meine Äußerung; damit erledigt sich das gegen sie von Herrn Campbell geäußerte Bedenken.

2. Für den Fall positiven Potentials der polonisierten Elektrode sind zwei Fälle zu unterscheiden:

a) In dem ersten Falle nähern sich die Kurven innerhalb des beobachteten Bereiches asymptotisch dem Werte 0. Der Gang solcher Kurven, die sich nicht innerhalb des beobachteten Bereiches einem konstanten negativen Werte nähern, kann in diesem Teile nur in sehr geringem Maße durch von der Gegenelektrode kommende Strahlen beeinflußt sein.

Dieser einfache Fall[1]), für den auch die Gleichungen auf S. 467 und 468 meiner Arbeit abgeleitet wurden, ist bei dem in Fig. 3 und bei den in der Tabelle auf S. 469 dargestellten Versuchen gegeben.

Ich habe noch näherungsweise berechnet, wieviel Prozente des von der Poloniumplatte ausgehenden maximalen Betrages der auf diese bei + 10 Volt auftreffende Betrag für die beiden in Betracht kommenden Apparatformen erreicht. Dabei nahm ich zunächst an, die Zahl der von der Gegenelektrode kommenden Strahlen sei dieselbe wie bei 0 Volt. Ferner legte ich, um sicher zu gehen, als mittlere Geschwindigkeit eine etwas kleinere als die jedenfalls am häufigsten vorkommende, nämlich $1{,}2 \cdot 10^8$ [cm/sec], zugrunde. Dadurch ergab sich:

$p_2 = 3{,}44$ Proz. und $p_3 = 2{,}9$ Proz.

Die geringe Größe dieser Werte, sowie der schon aus der Gestalt der Kurven zu ziehende Schluß zeigt, daß die Vermutung Herrn Campbells, die von mir nicht berücksichtigte Reflexion der δ-Strahlen sei auf die Kurven der Fig. 3 von großem Einfluß, nicht zutreffend ist. Diese Vermutung beruht darauf, daß Herr Campbell die bei seinem ganz anders gestalteten Apparat gemachten Erfahrungen auf die meinigen übertrug.

b) Im zweiten Falle, in dem sich schon innerhalb des beobachteten Bereiches der zur Poloniumplatte fließende Strom einem konstanten negativen Wert nähert, ist dieser den von der Gegenelektrode kommenden Sekundärstrahlen zuzuschreiben.

Dieser Fall trat ein, wenn die Gegenelektrode die Poloniumplatte eng umschloß; ich habe ihn für sich in meiner Arbeit besprochen (S. 471, 1. Spalte sowie Fig. 4). Auch an den hier gezogenen Schlußfolgerungen ändert eine Berücksichtigung der Reflexion nichts; nur ist die Erklärung über die Zusammensetzung der Kurven dahin zu erweitern, daß diese durch die δ-Strahlen, Sekundärstrahlen und reflektierten Strahlen zusammengesetzt sind.

Aus dem Obigen ergibt sich, daß ich bei der Diskussion der Resultate nicht willkürlich angenommen habe, „daß die Zahl der Strahlen, welche die aktive Platte verlassen, wenn sie sich auf einem Potential $+E$ befindet, dieselbe ist, wie die der Strahlen, welche eine kinetische Energie von mehr als $e \cdot E$ haben."

3. Die δ-Strahlen können nach meiner Ansicht nicht schon alle durch die erste auf das Polonium gebrachte Aluminiumfolie absorbiert worden sein, da die aufgenommene und auch die mit Rücksicht auf die Absorption der α-Teilchen gerechnete Kurve (Fig. 7) von dem der ersten Folie entsprechenden Punkt bis zu dem der zweiten zukommenden noch sehr steil abfällt und dann erst ziemlich plötzlich in flacheren Verlauf übergeht. Nach der Maximalgeschwindigkeit der δ-Strahlen ist auch eine geringe Durchdringungsfähigkeit zu erwarten. Bei Berücksichtigung aller störenden Einflüsse ergibt sich nämlich aus zweien meiner Versuche und einem Versuch von Ewers[1]), daß δ-Strahlen vorhanden sind, deren Geschwindigkeit einem Gefälle von 33—43 Volt entspricht, während die für die Durchdringungsfähigkeit maßgebende Ionisationsspannung nach mit theoretischen Schlußfolgerungen gut übereinstimmenden Untersuchungen[2]) von Lenard, v. Baeyer und

1) Er tritt ein, wenn sich die polonisierte Elektrode in einem großen freien Raum befindet.

1) P. Ewers, diese Zeitschr. **7**, 148, 1906.

2) Vgl. J. Franck und G. Hertz, Verh. d. D. Phys. Ges. **9**, 967, 1911.

Dember nur 8—11 Volt beträgt. Bei der Beurteilung dieses Versuches hat Herr Campbell anscheinend übersehen, daß nicht die gerechnete, fein gestrichelte, sondern die strichpunktierte, schnell abfallende Kurve der Fig. 7 die Absorption der δ-Strahlen darstellen soll.

4. Ich habe in meiner Arbeit auch bestimmt, wie viele Elektronen die polonisierte Elektrode pro α-Teilchen verlassen. Zur Ergänzung möchte ich mitteilen, wie groß die maximale Ungenauigkeit dieser Mengenbestimmung sein kann:

Aus Fig. 4 erhält man für die Elektronen 380 und 371,5 [willkürl. Einh.]. Nach vier Tagen wurde Fig. 5 aufgenommen, nachdem die Elektroden nahe aneinander gerückt worden waren. Man erhielt 354 [willkürl. Einh.], während man infolge der Abklingung des Poloniums entsprechend den früheren Werten 373,2 und 364,9 hätte erhalten sollen. Der größte Unterschied beträgt $u = 5{,}3$ Proz. des Mittelwertes. Für die α-Teilchen hatten die ersten Versuche 229 und 233 [willkürl. Einh.] ergeben. Nach 38 Tagen, während derer der Apparat auch auseinandergenommen worden war, erhielt man zweimal 215 [willkürl. Einh.] statt 189,7 bzw. 193,1. Es ist hier $u = 12{,}5$ Proz. Für das Verhältnis der Strahlen kann also maximal $u = (1{,}053 \cdot 1{,}125 - 1) \cdot 100 = 18{,}5$ Proz. betragen. Dieser maximale Unterschied ist, wenn man bedenkt, daß in ihm die ganzen unvermeidlichen Fehler der Kapazitätsbestimmungen enthalten sind, nicht groß. Herrn Campbells Ansicht, meine Versuche seien sowohl quantitativ, als auch qualitativ unsicher, läßt sich also kaum aufrecht erhalten.

Bemerkt sei, daß sich aus meinen Mengenbestimmungen sowie den Versuchen von Thomson[1]), Ewers[2]), Logeman[3]), Aschkinaß[4]), Regener[5]) und Campbell[6]) schließen läßt, daß die Zahl der pro α-Teilchen von der polonisierten Elektrode ausgesandten negativen Strahlen anscheinend keine Konstante ist, da wohl kaum zwei dieser Versuche denselben Wert ergeben würden. Es ist also noch näher zu untersuchen, wovon diese Zahl abhängt.

5. Ich habe auch eine Bestimmung zusammengehöriger Werte von $\frac{e}{m}$ und v für die δ-Strahlen durchgeführt, um einen Anhaltspunkt für die Natur der untersuchten Strahlen zu erhalten. Dazu habe ich schon bei den Hauptversuchen durch rechnerische Extrapolation aus meinen Kurven die Spannung ermittelt, welche nötig war, um die Selbstaufladegeschwindigkeit durch Bremsung der δ-Strahlen bis auf 1 Proz. ihres ursprünglichen Betrages zu reduzieren, also praktisch die δ-Strahlen zur Umkehr zu zwingen. Hierauf habe ich das Magnetfeld[1]) bestimmt, das die Wirkung eines gegebenen elektrischen Feldes kompensierte und mußte dann zur Ermittelung von $\frac{e}{m}$ und v die beiden in dem Buche von Thomson[2]) zu findenden Gleichungen anwenden:

$$\frac{1}{2} m v^2 = e \cdot E, \quad \text{oder} \quad \frac{e}{m} = \frac{v^2}{2E} \qquad (1)$$

[Th. S. 100 (1)]

$$\mathfrak{H} e v = X \cdot e, \quad \text{oder} \quad v = \frac{X}{\mathfrak{H}} \qquad (2)$$

(Th. S. 88) (s. auch S. 984).

Dann habe ich noch näherungsweise das Magnetfeld berechnet, bei dem alle δ-Strahlen trotz des entgegengesetzt wirkenden elektrischen Feldes zurückgebogen sein mußten, und es mit dem direkt ermittelten verglichen. Ich erhielt 550 Einheiten, während eine genaue Berechnung nach der Formel von Thomson (l. c. S. 89) 505 Einheiten ergeben würde. Der korrigierte experimentelle Wert ist, wie wir sehen werden, 550 Einheiten.

Da meine Bestimmung von $\frac{e}{m}$ nur ein Kontrollversuch sein sollte, so habe ich mich mit einem Wert begnügt, der dem bisher für δ-Strahlen[3]) und lichtelektrische Kathodenstrahlen ermittelten entsprach.

Ich habe nunmehr unter Berücksichtigung aller störenden Einflüsse aus meinen Daten einen Wert für $\frac{e}{m}$ erhalten, der mit dem jetzt wohl allgemein anerkannten und erst neuerdings wieder bestätigten[4]) Wert von $1{,}77 \cdot 10^7$ gut übereinstimmt.

1) J. J. Thomson, Proc. Camb. Phil. Soc. **13**, Pt. I. 39, 1905.
2) P. Ewers, loc. cit.
3) W. H. Logeman, Proc. of the Roy. Soc. of London, A. **78**, 212, 1907.
4) E. Aschkinaß, diese Zeitschr. **8**, 773, 1907.
5) E. Regener, Sitzungsber. d. Kgl. Preuß. Ak. d. Wiss. 37, 1909.
6) N. Campbell, Phil. Mag. **22**, 276, 1911.

1) Daß bei Ausmessung des Magnetfeldes dessen Homogenität berücksichtigt wurde, habe ich als selbstverständlich nicht erwähnt. Eine Mitteilung derartiger Versuchsvorbereitungen dürfte wohl nur bei Präzisionsmessungen nötig sein.
2) J. J. Thomson, „Elektrizitätsdurchgang in Gasen", deutsch von Dr. E. Marx, Leipzig 1906, B. G. Teubner, S. 79 ff.
3) Dabei ist mir leider ein Versehen von Ewers entgangen: Ewers hätte bei Ermittelung des die Wirkung des Magnetfeldes kompensierenden elektrischen Feldes die Spannung so weit steigern müssen, bis er am Auffänger eine konstante negative Aufladegeschwindigkeit erhalten hätte; dann erst wären alle negativen Strahlen auf den Auffänger aufgetroffen. Dieses Versehen von Ewers ist jedenfalls darauf zurückzuführen, daß er von den Sekundärstrahlen noch keine Kenntnis hatte. Die Auswertung des Versuchs hätte mit den Bahngleichungen Thomsons erfolgen sollen.
4) Karl Th. Lerp, Inauguraldissertat., Göttingen 1911.

Dazu mußte ich aus den Versuchen mit elektrischem Feld die auswählen, welche innerhalb des beobachteten Bereiches, trotz Anwendung möglichst hoher Spannungen, am wenigsten durch von der Gegenelektrode kommende Strahlen beeinflußt wurden. Es sind das die in der Tabelle auf S. 469 dargestellten zwei Versuche, welche übereinstimmend für die Umkehrspannung 33,2 Volt ergeben. Korrigiert[1]) man diesen Wert mit Rücksicht auf die von der Gegenelektrode kommenden Elektronen, so erhält man für ihn aus den beiden Versuchen im Mittel 36,46 Volt.

Als Magnetfeld war das zu verwenden, welches die δ-Strahlen trotz des vorhandenen elektrischen Feldes zurückbog, da man es aus der Kurve (Fig. 5) mit größerer prozentualer Genauigkeit entnehmen kann als das die Wirkung des elektrischen Feldes kompensierende. Der Versuch ergibt für dieses Feld direkt 600 Einheiten. Dieser Wert ist zu korrigieren[2]) mit Rücksicht auf die trotz Magnetfeldes die Poloniumplatte noch verlassenden δ-Strahlen[3]). Dadurch bekommt man 550 Einheiten.

Wir erhalten also zur Bestimmung von $\frac{e}{m}$ und v die Gleichungen:

$$\frac{e}{m} = \frac{v^2}{2E} = \frac{v^2}{72{,}92 \cdot 10^8} \qquad (1)$$

$$\xi = 0{,}08 = \frac{2}{\frac{e}{m} \cdot \mathfrak{H}} \left(\frac{X}{\mathfrak{H}} + v \right) = \frac{2}{\frac{e}{m} \cdot 550} \left(\frac{122 \cdot 10^8}{550} + v \right) \text{ (vgl. S. 984)} \qquad (2)$$

und erhalten:

$$v = 3{,}53 \cdot 10^8 \text{ [cm/sec]}$$

$$\frac{e}{m} = 1{,}71 \cdot 10^7 \text{ [E.M.K.]}.$$

Da der Wert von $\frac{e}{m}$ dem jetzt wohl allgemein anerkannten für Kathodenstrahlen sehr nahe kommt, so bestätigt er besser als die bisher ermittelten Werte den schon von früheren Forschern gezogenen Schluß, daß die δ-Strahlen ihrer Natur nach mit den Kathodenstrahlen identisch sind. Die geringe Abweichung des Wertes von $\frac{e}{m}$ von dem für Kathodenstrahlen gefundenen läßt sich vollkommen durch die große Schwierigkeit erklären, die für eine genaue Bestimmung zusammengehöriger Werte von $\frac{e}{m}$ und v für die δ-Strahlen darin liegt, daß die bisherigen Methoden, wie wir noch sehen werden, nur gestatten, zusammengehörige Werte von $\frac{e}{m}$ und von v für die schnellsten δ-Strahlen zu ermitteln. Der Verlauf der aufgenommenen Kurven zeigt aber, da der Übergang in die Horizontale ganz allmählich erfolgt, daß die Strahlen größter Geschwindigkeit nur in geringer Zahl vertreten sind. Welche Versuchswerte nun tatsächlich für die schnellsten Strahlen ermittelt werden, das wird außer von der In-

1) Die Korrektur wurde durchgeführt durch Korrigieren der den experimentellen Kurven sich anschließenden logarithmischen Kurven unter Berücksichtigung der Abnahme der reflektierten Strahlung mit zunehmender Zurückbiegung der δ-Strahlen.

2) Eine Beeinflussung desselben durch von den Seitenwänden kommende Sekundärstrahlen, wie Herr Campbell vermutet, ist ausgeschlossen, da bei diesem Versuch die polonisierte Platte bis auf 0,8 mm an den Auffänger herangebracht worden war. Unter Berücksichtigung der Versuche von Regener (loc. cit.) über die Verteilung der α-Teilchen läßt sich ermitteln, daß infolgedessen nur knapp 1 Proz. der α-Strahlen auf die Seitenwände auftraf. Da die von diesen erzeugten Sekundärstrahlen nur zu einem kleinen Bruchteil auf die polonisierte Platte auftreffen konnten, so ist ihr Einfluß auf das Resultat unmerkbar klein. Wie groß dagegen bei dafür günstigen Bedingungen der Einfluß seitlicher Sekundärstrahlen sein kann, zeigt die Arbeit von Logeman (loc. cit.), die Herr Campbell an einer anderen Stelle zitiert. Der Widerspruch, welchen dieser zwischen seinem Versuch mit Magnetfeld und dem entsprechenden von Ewers fand, ist auf die Beeinflussung seines Versuches durch seitliche Sekundärstrahlen zurückzuführen. Die abweichenden Resultate seiner Versuche mit elektrischem Feld sind ebenfalls durch die Form des Apparates sowie durch Isolationsverluste verursacht.

3) Die unter dem Winkel ϑ gegen die Kraftlinien fliegenden Elektronen beschreiben, wenn nur ein Magnetfeld wirkt, Schraubenlinien um Zylinder vom Radius $r \cdot \sin\vartheta$ (Thomson S. 82), wo r der Radius des Kreises ist, auf den die senkrecht zur Feldrichtung fliegenden Teilchen gezwungen werden. Man kann annähernd berechnen, daß infolge dieser Bewegung etwa 0,6 Proz. der gesamten negativen Strahlen bei dem in Frage stehenden Versuch trotz des Magnetfeldes die Platte verließen, wenn man als mittlere Geschwindigkeit derselben, um sicher zu gehen, die halbe Maximalgeschwindigkeit annimmt und als Magnetfeld das, welches die schnellsten Teilchen auf Kreise mit dem Plattenabstand als Durchmesser zwingt, sowie für $\frac{e}{m} = 1{,}77 \cdot 10^7$ zugrunde legt. Wirkte gleichzeitig noch ein elektrisches Feld, so wurde dieser Bruchteil etwas geringer, da dann die Zeit kürzer wurde, die zwischen dem Abfliegen der δ-Teilchen und ihrem Wiederauftreffen auf die Plattenebene verstrich. Dagegen konnten dann in der Richtung senkrecht zum Magnetfeld Teilchen über den Plattenrand fliegen, da sich ihre Bahnen dann nicht mehr um Kreiszylinder wanden. Aus der Berechnung von Flugweiten und aus dem horizontalen Verlauf der aufgenommenen Kurve von $\mathfrak{H} = 600$ bis $\mathfrak{H} = 1000$ läßt sich jedoch schließen, daß der Einfluß dieser Strahlen ebenfalls sehr gering sein mußte. Es führt das zu dem Schluß, daß der Gesamtbetrag der die Poloniumplatte bei dem in Betracht kommenden Versuch (und somit bei allen Versuchen, bei denen das Magnetfeld eine ähnliche Stärke besaß) trotz Magnetfeldes verlassenden δ-Strahlen sicher nicht größer als 1 Proz. war. Die δ-Strahlen überflogen also dann den Plattenabstand nicht mehr, wenn sich die Kurve der Fig. 5 bis auf rund 1 Proz. dem horizontalen Verlauf genähert hatte. Es war das bei 550 Einheiten.

tensitätsverteilung der Geschwindigkeiten von der Empfindlichkeit der Methode abhängen. Dementsprechend müssen die für $\frac{e}{m}$ und v erhaltenen Werte Schwankungen aufweisen.

Ich beabsichtige eine Bestimmung von $\frac{e}{m}$ und v für die schnellsten δ-Strahlen mit möglichst engen Fehlergrenzen durchzuführen. Eine solche wird man erhalten, wenn man eine der Fig. 5 meiner Arbeit entsprechende Kurve aufnimmt und dabei ein sehr kräftiges elektrisches Feld anlegt, so daß schon das seine Wirkung kompensierende Magnetfeld so groß wird, daß der bei seiner Bestimmung unterlaufende prozentuale Fehler gering wird.

6. Über die in Anbetracht der geringen Zahl der schnellsten Strahlen gute Übereinstimmung, welche zwischen dem oben aus meinen Versuchen abgeleiteten Wert für die Maximalgeschwindigkeit der die polonisierte Elektrode verlassenden negativen Strahlen und den entsprechenden Ergebnissen der Versuche von Ewers[1]) und von Pound[2]) besteht, habe ich an anderem Orte[3]) berichtet. Ebenso darüber, daß die Versuche Herrn Campbells[4]) auch für die Sekundärstrahlen ziemlich hohe Maximalgeschwindigkeiten ergeben. Hier soll nur kurz darauf hingewiesen werden, daß sich in keinem Falle annehmen läßt, daß die hohen Maximalgeschwindigkeiten durch einen Voltaeffekt vorgetäuscht seien[5]).

Bei den Versuchen Herrn Campbells mit Elektroden aus demselben Metall, konnte nur ein äußerst kleiner Voltaeffekt vorhanden sein. Bei der Bestimmung der Maximalgeschwindigkeit der von der polonisierten Elektrode ausgehenden Strahlen, kann ein ja jedenfalls vorhandener Voltaeffekt des Poloniums gegenüber der Gegenelektrode die Resultate der rein magnetischen Methode überhaupt nicht beeinflussen, die der elektrischen und zusammengesetzten dagegen nur innerhalb ihrer Meßgenauigkeit. Es zeigen das Versuche von Baeyer[6]), die ergaben, daß ein Voltaeffekt bei derartigen Messungen nur unter gewissen Bedingungen von großem Einfluß sein kann, die bei den besprochenen Versuchen nicht in Betracht kommen.

Die gute Übereinstimmung, welche die Resultate der drei Methoden zeigen, sind eine Gewähr dafür, daß keine von ihnen durch einen Voltaeffekt merklich beeinflußt sein kann.

7. Wenn die von Herrn Campbell aus den Versuchen von Ewers und von mir abgeleiteten Werte (Phil. Mag. 1912, S. 61—63) wenig befriedigend sind, so liegt das nicht so sehr daran, daß es Herrn Campbell natürlich nicht möglich war, an meinen Versuchsresultaten die zu einer möglichst genauen Auswertung nötigen Korrekturen anzubringen, als an folgenden Gründen:

a) Zur Bestimmung der Maximalgeschwindigkeit der Strahlen aus dem Versuch von Ewers mit Magnetfeld hat Herr Campbell die nicht statthafte Annahme gemacht, daß das von Ewers ermittelte Feld an der oberen Gitterkante erzeugten oder reflektierten Strahlen zuzuschreiben sei, welche dieselbe unter 0° Erhebung verlassen[1]).

b) Herrn Campbell ist ebenso, wie früher mir, das Versehen von Ewers entgangen.

c) Die Gleichungen, welche Herr Campbell zur Bestimmung von $\frac{e}{m}$ und v ableitet, lassen sich auf unsere Versuche nicht anwenden.

d) Bei der Diskussion seiner Gleichungen ist Herrn Campbell ein Versehen unterlaufen, infolgedessen er durch eine unmögliche Auswertung unserer Daten zu einem — wofür er es selbst hält — unwahrscheinlichen Resultat kommt.

Die beiden letzten Gründe sind noch kurz zu beweisen:

Zu c). Betrachtet man ein δ-Teilchen, dessen Bahn in einer Ebene senkrecht zur Richtung des Magnetfeldes liegt, und setzt man in die Gleichung Thomsons für die größte Bahnerhebung (l. c. S. 89) für $u_0 = v_0 \cdot \sin \alpha$ sowie für $v_0 = v_0 \cdot \cos \alpha$, wo α der Winkel, unter dem das betrachtete Teilchen abfliegt, so lautet sie:

$$\xi = \frac{1}{w}\left(\frac{X}{\mathfrak{H}} - v_0 \cdot \cos \alpha\right) + \frac{1}{w}\left\{v_0^2 - 2\frac{X}{\mathfrak{H}} v_0 \cdot \cos \alpha + \frac{X^2}{\mathfrak{H}^2}\right\}^{\frac{1}{2}}.$$

Bei konstantem v_0, X und $\mathfrak{H}$ wird ξ um so

1) P. Ewers, loc. cit.
2) V. E. Pound, Phil. Mag. **23**, 813, 1912.
3) Fr. Hauser, diese Zeitschr. **13**, 936, 1912.
4) N. Campbell, Phil. Mag. **22** u. **23** loc. cit.
5) Herr Campbell scheint dieser Ansicht zu sein, da er in seiner letzten Arbeit (Phil. Mag. **23**, 462, 1912) als einzigen Grund gegen seine Schlußfolgerung, die Anfangsgeschwindigkeit der δ- und Sekundärstrahlen sei sehr gering, nur die Beobachtung der positiven Selbstaufladung des Poloniums erwähnt und die Vermutung ausspricht, diese habe möglicherweise nichts mit der Aussendung der δ-Strahlen zu tun; diese also anscheinend für die möglicherweise ausschließliche Wirkung eines Voltaeffektes hält.
6) O. v. Baeyer u. A. Gehrts, Verh. d. D. Phys. Ges. **12**, 870, 1910 u. O. v. Baeyer u. A. Tool, Verh. d. D. Phys. Ges. **13**, 569, 1911.

1) Die Zahl dieser Strahlen ist nämlich aus geometrischen Gründen sehr klein; es wird die Zahl der in denselben Raumwinkel ausgesandten Strahlen von 0° bis 55° 29′ Erhebung von Null bis zum vollen Betrag anwachsen. Infolgedessen ist es sehr wohl möglich, daß das Umbiegen der Kurve den unter 55° 20′ fliegenden Teilchen zukommt, während den unter kleineren Winkeln abfliegenden das nach diesem Umbiegen noch vorhandene schwache Ansteigen zum Teil zuzuschreiben ist. Keinesfalls läßt sich jedoch annehmen, daß das ziemlich scharfe Umbiegen der Kurve durch die unter 0° fliegenden Teilchen verursacht sei.

größer, je kleiner $\cos\alpha$ ist. Von den Strahlen derselben Geschwindigkeit überfliegen also die zuerst den Plattenabstand nicht mehr, welche unter 0^0 abfliegen, zuletzt die, welche dies unter 180^0 tun. Setzt man in obiger Gleichung für ξ den Plattenabstand d, für $\cos\alpha = +1$ sowie für X und $\mathfrak{H}$ die entsprechenden Spezialwerte, so erhält man die vier von Herrn Campbell abgeleiteten Gleichungen. Sie sind auf unsere Versuche anwendbar, wenn die Strahlen, welche als erste den Plattenabstand nicht mehr überfliegen — d. h. für die als erste $\xi < d$ — auch die ersten sind, welche nicht mehr an die Gegenelektrode gelangen. Das trifft aber weder bei dem Apparat von Ewers noch bei meinem zu. Bei dem Apparat von Ewers sind die ersten Strahlen, welche die Gegenelektrode nicht mehr erreichen, diejenigen, welche unter einem Winkel von 0^0 das Schutzgitter verlassen und deren Bahn infolge der Größe ihrer Anfangsgeschwindigkeit und der Größe der beiden Felder den Rand der Gegenelektrode eben noch berührt, in ihrem weiteren Verlauf aber gegen das geerdete Wandnetz führt. Für diese Teilchen ist aber die höchste Bahnerhebung weitaus größer als der Elektrodenabstand; dasselbe trifft auch für die entsprechenden unter $55^0\,20'$ abfliegenden Strahlen zu.

Bei meinem Apparat fliegen die unter 0^0 austretenden schnellsten Strahlen, wenn die höchste Erhebung ihrer Bahn eben dem Plattenabstand entspricht, alle noch an die Seitenwände der Gegenelektrode. Wann bei meinem Apparat eben die ersten Strahlen nicht mehr die Gegenelektrode erreichen, habe ich auf S. 471 meiner Arbeit angeführt.

Es sind also die Campbellschen Gleichungen auf die Versuche von Ewers und von mir nicht anwendbar[1]).

Zu d). Die höchste Erhebung, welche die Bahn eines δ-Teilchens mit der Anfangsgeschwindigkeit v_0' — wenn v_0' die Projektion der tatsächlichen Geschwindigkeit v_0 und α' die Projektion des Abflugswinkels α auf eine Ebene senkrecht zum Magnetfeld ist — erreichen kann, ist, wie man aus dem unter „zu c)" Gesagten ableiten kann:

für $\alpha' = 180^0$: $\xi' = \frac{2}{w}\left(\frac{X}{\mathfrak{H}} + v^{0'}\right)$;

die kleinste dagegen:

für $\alpha' = 0^0$: $\xi'' = \frac{2}{w}\left(\frac{X}{\mathfrak{H}} - v_0'\right)$.[2])

1) Auf meine Versuche ließen sie sich anwenden, wenn die Poloniumplatte einen entsprechend großen Schutzring besessen hätte.

2) ξ'' muß für meinen Apparat $= 0$ sein, für einen Apparat, wie ihn die Campbellschen Gleichungen erfordern, $=$ Elektrodenabstand d.

Aus diesen Gleichungen sieht man, daß für $\alpha' = 180^0$ ξ um so größer wird, je größer v_0' und für $\alpha' = 0^0$ ξ um so kleiner wird, je größer v_0' ist. Am größten ist aber v_0' für die in Ebenen senkrecht zum Magnetfeld sich bewegenden schnellsten Teilchen. Es werden also bei gleichzeitiger Anwendung elektrischer und magnetischer Felder zuerst die in Ebenen senkrecht zum Magnetfeld fliegenden schnellsten Teilchen zurückgebogen, welche die Platte unter 0^0 verlassen und zuletzt die, welche dies unter 180^0 tun. Die Ansicht Herrn Campbells, ein Teil der gemessenen Größen entspreche den schnellsten, der andere den langsamsten Strahlen, ist also nicht zutreffend. Es entsprechen alle Daten nur den schnellsten Strahlen und demzufolge ist es für die Anwendbarkeit der von Ewers und von mir benutzten Methoden durchaus nicht nötig, daß alle Strahlen dieselbe Anfangsgeschwindigkeit besitzen.

Erlangen, Juni 1912.

Nachtrag.

Als diese Arbeit bereits druckfertig war, erschien eine zusammenfassende Abhandlung von Herrn Campbell[1]) über die δ-Strahlen. Leider finden sich auch in dieser die meisten Mißverständnisse hinsichtlich der von Ewers und von mir angewandten Methoden und erhaltenen Resultate. Doch scheint sich Herr Campbell auf Grund von vorläufig mitgeteilten Resultaten seiner neuesten Versuche mehr und mehr in seinen Ansichten und Schlüssen, soweit sie dafür in Betracht kommen, denen zu nähern, welche sich zufolge der Versuche von Ewers, Pound und mir ergeben und welche ich teils in meiner Arbeit über die Selbstaufladung des Poloniums, teils in vorliegender Abhandlung sowie an anderer Stelle[2]) näher besprochen habe. Insbesondere ist Herr Campbell von der Ansicht abgekommen, daß die in Betracht kommenden Strahlen ausschließlich mit sehr geringer Geschwindigkeit ausgesandt würden, wodurch die diesbezüglichen Widersprüche verschwinden.

1) N. Campbell, Jahrbuch der Radioaktivität, **9**, 419, 1912.

2) Fr. Hauser, loc. cit.

Erlangen, Juli 1912.

(Eingegangen 3. August 1912.)

ZUSAMMENFASSENDER BERICHT.

Bericht über die 19. Hauptversammlung der Deutschen Bunsen-Gesellschaft für angewandte physikalische Chemie vom 16. bis 19. Mai 1912 in Heidelberg.

Der eigentlichen Versammlung ging am Mittag des 16. Mai eine kleine interne Feier voraus; eine größere Anzahl von ehemaligen Schülern des Herrn Geheimrats Prof. W. Nernst überreichten ihrem verehrten Lehrer anläßlich der Feier seines 25jährigen Doktorjubiläums eine Festschrift, deren Abhandlungen teils von den anwesenden, teils von anderen, am Erscheinen verhinderten Schülern geschrieben waren. Bei einem Festmahl gab Herr Geheimrat Tammann einen Überblick über das reiche Wirken des noch in steter, aufsteigender Entwicklung stehenden Jubilars; dieser überraschte jeden seiner Schüler mit der Überweisung der Reproduktion seines Porträts von der Meisterhand M. Liebermanns.

Die eigentliche Versammlung begann am Abend in der üblichen Weise mit einem Begrüßungsabend. Die Sitzungen wurden am nächsten Morgen von dem derzeitigen Vorsitzenden Prof. Dr. M. Le Blanc mit einer Ansprache eröffnet, der sich die Begrüßungsansprachen der Vertreter der Behörden und Hochschulen anschlossen. In huldigender Erinnerung an das große Wirken Bunsens in Heidelberg, an dessen Denkmal die Gesellschaft einen Kranz niederlegte, war als Hauptverhandlungsthema gewählt: „Die neuere Entwickelung der Spektralanalyse". Es wurde von fünf Rednern in interessanter, ausgezeichneter Weise behandelt. Als erster sprach Prof. Dr. Wolf-Königstuhl bei Heidelberg „Über den Einfluß kosmischer Probleme auf die Entwickelung der Spektralanalyse"; in großen Zügen gab er einen klaren Überblick über die mannigfachen Beziehungen, welche die kosmische Spektralanalyse mit der des Laboratoriums verbindet, und die Anregungen und Förderungen, die die eine der anderen verdankt. Für den Physiker besonders interessant war die Erwähnung der Tatsache, daß J. W. Nicholson die Schwingungszahlen des hypothetischen Elementes Nebulium bestimmte, indem er die Perioden des einfachst denkbaren Atoms berechnete, wenn er um ein positives Elektron $(+4e)$ verschiedene Anzahlen von negativen Elektronen $(-e)$ schwingen läßt, und daß so alle beobachteten Linien des Nebuliums rechnerisch dargestellt werden konnten bis auf zwei; diese beiden wurden aber dann als nicht zum Nebulium gehörig erkannt; ferner wurde die von Nicholson berechnete Linie $\lambda = 4353$ daraufhin erst entdeckt.

Der zweite Vortrag des Herrn Prof. Dr. v. Kries-Freiburg handelte „Über die Bedeutung der Photochemie für die Theorie des Sehens". Er gab einen vorzüglichen Überblick über den derzeitigen Stand der Theorie des Sehens und legte vor allem den Unterschied des Tagsehens mit Hilfe der Zapfen und des Nachtsehens mit Hilfe der Stäbchen dar. Nur für den letzten Vorgang ist bisher ein photochemischer Vorgang, der in einer Veränderung des Sehpurpurs besteht, erkannt, während der dem Tagsehen entsprechende Prozeß noch völlig in Dunkel gehüllt ist. Redner regte zu einer näheren photochemischen Untersuchung des Sehpurpurs an.

Dann legte Herr Prof. Dr. Hantzsch-Leipzig den „Zusammenhang zwischen Absorption und Konstitution" dar. An einem reichen Beobachtungsmaterial, das im wesentlichen vom Vortragenden und seinen Schülern erbracht ist, begründete er den von ihm vertretenen Satz, daß jede wesentliche Änderung der Absorption der Indikator einer chemischen Änderung ist; die veränderte Auffassung der Färbung der chemischen Indikatoren, welche der Redner begründet hat, gehört auch hierher.

Als vierter trug Herr Prof. Dr. H. Kaufmann-Stuttgart vor über den „Zusammenhang zwischen Lumineszenzspektren und chemischer Konstitution", das spezielle Forschungsgebiet des Vortragenden. Eine Menge von Einzelbeziehungen sind hier bereits aufgedeckt, wenn auch die Frage sich noch im Anfangsstadium befindet und allgemeinere Beziehungen noch nicht erkannt sind; vor allem macht die Lumineszenzforschung aufmerksam auf Schwierigkeiten und Unzulänglichkeiten der strukturchemischen Vorstellungen und kann daher zu einer Vertiefung dieser Anschauungen führen.

Einen glänzenden Abschluß dieses Vortragszyklus bildete der Vortrag von Prof. C. Runge-Göttingen über die „Bedeutung der Spektroskopie für die Atomistik". In klarer, einfachster und anschaulicher Weise übermittelte er die Kenntnis der geheimnisvollen und strengen Gesetzmäßigkeiten, welche die Schwingungen der Spektren beherrschen, und an deren Auffindung er selbst einen hervorragenden Anteil genommen, deren völlige Aufklärung uns einen tiefen Blick in den Bau des Atoms gewähren würde. Den gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse präzisierte er zum Schluß mit folgenden Worten: „Man kann die augenblickliche Lage der Spek-

troskopie mit der der Astronomie vor Newtons Entdeckung des Gravitationsgesetzes vergleichen. Die Keplerschen Gesetze sind gefunden, aber es fehlt noch die richtige mathematisch-physikalische Hypothese. Sie wird zweifellos kommen und wird ein neues Band schlingen um Chemie, Physik und Mathematik. Wohl denen, die den Tag erleben."

Die Nachmittagssitzung begann mit einer allgemeinen Diskussion über diese Vorträge, wozu es am Vormittag zu spät geworden war, dann begann die große Zahl der Einzelvorträge, deren Inhalt teils mehr chemisches, teils mehr physikalisches Interesse hat. Ihre Titel sind folgende:

M. Trautz-Heidelberg: Die Geschwindigkeit von Gasreaktionen.

Die Ergebnisse haben spezifisch physikalisch-chemisches Interesse; durch theoretische Erwägungen geleitet, hat der Autor ferner experimentell festgestellt, daß die spezifische Wärme des Chlors, das mit ultraviolettem Licht einer Quarzquecksilber-Bogenlampe bestrahlt wurde, um einige Prozent verkleinert wurde.

E. Beckmann-Berlin: Analysenbrenner und Polarisationsbrenner aus Porzellan.

Besonders interessant war eine Demonstration, welche die große Erhöhung der Lichtintensität zeigte, wenn statt Luft Sauerstoff zur Übertragung des Lösungsstaubes der Salzlösung benutzt wurde, vor allem aber die blendende Lichtstärke, wenn die Wasserstoff-Sauerstoffflamme verwendet wurde.

Th. Paul-München: Zur Chemie der Silbertherapie.

F. W. Hinrichsen-Berlin: Zur Erkenntnis des Systems Kautschuk-Schwefel.

Die Arbeit brachte unter anderem die interessante Mitteilung, daß dem Vortragenden eine weitgehende Regenerierung des vulkanisierten Kautschuks gelungen ist.

E. Ebler-Heidelberg: Über die Bestimmung des Radiums in Mineralien und Gesteinen.

Der Vortragende hat eine genaue Methode ausgearbeitet, die darin besteht, daß zunächst die Substanzprobe durch vollständiges Schmelzen von der Emanation befreit wird; dann bleibt das Schmelzgut eine gemessene Zeit stehen und darauf wird der gesamte Rohrinhalt mit der neu gebildeten Emanation in einen Gassammler und von dort in ein Quecksilbergasometer gepumpt, in dem er einige Minuten verbleibt, bis eventuell mit übergegangene Thoriumemanation zerfallen ist. Darauf kommt das Gas in die Ionisierungskammer, in der die Abklingungszeit bestimmt wird. Vor der Jolyschen Schmelzmethode soll diese den Vorteil haben, daß zum Übertreten kein indifferenter Gasstrom und keine Gummireservoire benutzt werden.

G. Bredig-Karlsruhe: Katalytische Wirkung der Wasserstoffionen in alkoholischen Lösungen.

H. C. S. Snethlage-Karlsruhe: Über katalytische Wirkung der undissoziierten Säuren.

In diesen Arbeiten wird der interessante Nachweis geführt, daß öfters der katalytische Einfluß des undissoziierten Bestandteils der Säuren stärker ist als der der H-Ionen und ferner, daß das Verhältnis zwischen den Wirkungen des undissoziierten Moleküls und des Wasserstoffions der Dissoziationskonstante in dem betreffenden Lösungsmittel nahe parallel geht.

G. v. Hevesy-Manchester: Radioaktive Methoden in der Elektrochemie; auch erschienen diese Zeitschr. **13**, 715, 1912.

M. Le Blanc-Leipzig: Leitfähigkeit fester Salzgemische.

Der Vortragende hat durch genaue Messungen festgestellt, daß geringe Mengen eines zu einem festen Salz zugesetzten zweiten Salzes keineswegs eine so starke Zunahme des Leitvermögens bewirken, wie dies früher von C. Fritsch gefunden war; eine weitgehende Analogie zu dem Verhalten der gelösten Salze ist also keineswegs vorhanden.

E. Jordis-Erlangen: Über die Fällungen in Metallsalzlösungen durch Alkalihydroxyd- und Karbonatlösungen.

K. Drucker-Leipzig: Die elektrolytische Dissoziation des Bromkaliums.

In dieser Arbeit wurde zunächst das interessante Ergebnis gewonnen, daß Tribenzylmethylammonchlorid und -bromid dem Ostwaldschen Verdünnungsgesetz bis zu einer Konzentration von 0,02 normal hinauf genügen, obwohl beide sehr starke Elektrolyte, von der Stärke der Alkalichloride, sind. Ferner wurde vor allem festgestellt, daß für KBr Konzentrationsketten-messungen und Leitfähigkeitsmessungen bis zu etwa 0,02 Molarität denselben Dissoziationsgrad ergaben, darüber hinaus aber Differenzen auftraten.

H. R. Kruyt-Utrecht: Über einige physikalische Konstanten des Schwefels und deren Zusammenhang.

Der Vortragende bestätigt durch genauere Messungen und Berechnungen die von van't Hoff aufgestellte Formel:

$$\frac{Q_{\rightarrow}}{T_{\rightarrow}} - \frac{Q_{rh}}{T_{rh}} + \frac{Q_{mon}}{T_{mon}} = \nu,$$

worin $Q_{\rightarrow}$ die Umwandlungswärme und $T_{\rightarrow}$ die Umwandlungstemperatur der Umwandlung $S_{rh} \rightleftarrows S_{mon}$, Q_{rh} (bezw. Q_{mon}) die Schmelzwärme und T_{rh} (bezw. T_{mon}) die Schmelztemperatur des rhombischen (bezw. monoklinen) Schwefels bedeuten.

G. Tammann-Göttingen: Über die Änderung der Eigenschaften bei Bearbeitung von Metallen.

Nachdem der Verf. gezeigt hat, daß die merkwürdigen Änderungen der Eigenschaften nach permanenten Deformationen an Metallen nicht auf eine Umwandlung der ursprünglichen Kristallart in eine härtere Modifikation und noch weniger in die des amorphen Zustandes zurückgeführt werden können, da diese Annahme mit dem Zustandsdiagramm der Metalle unvereinbar und überhaupt thermodynamisch unzulässig sei, gibt er eine eingehende Theorie dieser Eigenschaftsänderungen auf Grund der Tatsache der Gleitflächenbildung im Kristalle bei stärkerer Beanspruchung. Danach besteht z. B. ein kalt gezogener „harter" Draht aus Lamellen, die auf den Gleitflächen kleinster Reibung in der Zugrichtung gegeneinander verschoben sind. Er zeigt, daß seine Theorie alle hierher gehörigen Erscheinungen zu erklären vermag, so die Abhängigkeit der Elastizitätsgrenze vom Bearbeitungsgrad, die Rekristallisation kalt bearbeiteter Metalle, welche auf die Bildung von großen einzelnen Kristalliten aus den Lamellenpaketen zurückgeführt wird, ferner die Änderung der elastischen Eigenschaften durch Bearbeitung, die Volumänderung eines Kristallkonglomerats bei seiner Deformation, die Änderung des Energieinhalts bei der Verfestigung, die Änderung der elektromotorischen Wirksamkeit durch die Bearbeitung, den Einfluß der Gleitflächen auf die Lösungsgeschwindigkeit, die Änderung des elektrischen Leitvermögens beim Drahtziehen und den Einfluß der Bearbeitung auf die magnetischen Eigenschaften ferromagnetischer Metalle. Die Ursache für alle diese Beeinflussungen ist also nach dieser Theorie allein die physikalische der Gleitflächenbildung, nicht wie früher wiederholt angenommen die chemische durch Umwandlung in eine andere Modifikation.

W. Guertler-Berlin: Die Leitfähigkeitsmessungen an Legierungen als Methode zur Bestimmung ihrer Konstitution, die „resistometrische" Methode.

Der Vortragende hebt die Vorzüge der Methode der Leitfähigkeitsmessungen zur Aufstellung des Zustandsdiagramms von Metallgemischen hervor, für die er sechs verschiedene Wege, davon fünf unabhängige, angibt; außer der Kurve des Widerstandes kommen hier noch die des Widerstandstemperaturkoeffizienten in Frage. Der Vortragende glaubt diesen Methoden den Vorzug vor der so wohl bewährten Methode der thermischen Analyse geben zu sollen.

E. Cohen-Utrecht: Neues über die Forcierkrankheit.

Unter Forcierkrankheit versteht der Vortragende die Tatsache, daß alle Metalle infolge irgendeiner Bearbeitung in einen metastabilen Zustand geraten, der sich indes stabilisieren läßt, wenn man die stabile Form der betreffenden Metalle mit der metastabilen in Berührung bringt. Er demonstriert dies an mehreren Beispielen, so an Neusilberdrähten, dem Draht eines Elektromagneten aus einer Bogenlampe usw.

O. Sackur-Breslau: Der osmotische Druck konzentrierter Lösungen von Kohlenoxyd (nach der Dissertation von O. Stern).

Die indirekten Messungen des osmotischen Druckes unter Verwendung des Henryschen Absorptionsgesetzes haben ergeben, daß das van't Hoffsche Gesetz in den CO_2-Lösungen verschiedener Lösungsmittel bis zu recht hohen Konzentrationen gilt, ungleich genauer als das Boyle-Mariotte-Gay-Lussacsche Gesetz für den Gasdruck unter gleichen Bedingungen.

E. Wilke-Heidelberg: Physikalisch-chemische Untersuchungen auf dem Gebiete der Nervenphysiologie.

Der Verfasser sucht die Reizleitung in den Nerven auf die Fortpflanzung elastischer Wellen an den Nerven zurückzuführen.

F. Fichter-Basel: Die elektrolytische Oxydation des Ammoniaks.

F. Weigert-Berlin: Zur Kinetik der photochemischen Reaktionen.

Der Autor hat gefunden, daß die Ozonzersetzung im ultravioletten Licht nach einer höheren als der ersten Ordnung verläuft.

M. Bodenstein-Hannover: Gleichgewicht des Kalziumkarbides.

H. v. Wartenberg-Berlin: Über die Reduktion des Quarzes durch Wassserstoff.

Die bekannte Tatsache, daß Thermoelemente, in H_2 geglüht, bei Gegenwart von Silikaten, auch ohne Berührung mit diesen, rasch unter

Si-Aufnahme verderben, veranlaßte den Vortragenden zu untersuchen, ob die dabei offenbar stattfindende Reduktion von SiO_2 unter Bildung von SiH_4-Dampf oder von *Si*-Dampf verläuft, wozu die beiden grundlegenden Gleichgewichte $Si + 2H_2 = SiH_4$ und $Si_{fest} = Si_{gas}$ untersucht wurden; die Gleichgewichtsuntersuchungen unter Benutzung des Nernstschen Wärmetheorems wie auch der direkte experimentelle Nachweis ergaben, daß Quarz mit H_2 zu *Si* reduziert wird.

F. Bergius-Hannover: Die Anwendung von hohen Drucken bei chemischen und chemisch-technischen Vorgängen.

Durch Verwendung einer Apparatur, die einen Druck von 150 Atmosphären 20 Tage lang bei Temperaturen von über 300° konstant zu halten gestattete, gelang dem Vortragenden die Nachbildung des natürlichen Steinkohlenbildungsprozesses. Hierbei diente das über seinen Siedepunkt erhitzte Wasser als Wärmereservoir für die Aufnahme der bei der Verkohlung der organischen Stoffe entstehenden Wärme. So konnte der Autor aus Torf Kohle von der Zusammensetzung der Steinkohle mit dem richtigen Wasserstoffgehalt bei etwa 300° herstellen. Aus dem gefundenen Temperaturkoeffizienten (für eine Erhöhung von 10° gleich 2) läßt sich das Alter der natürlichen Fettkohle zu etwa 7 bis 8 Millionen Jahren berechnen, in hinreichender Übereinstimmung mit den Schätzungen der Geologen.

W. A. Roth-Greifswald: Über physikalische Unterschiede zwischen Cis- und Transisomerien, nach Versuchen von Prof. Störmer-Rostock und Prof. Roth-Greifswald.

E. Abel-Wien: Über katalytische Reaktionsauslese.

Katz-Amsterdam: Die Gesetze der Oberflächenabsorption nach einer Theorie von van der Waals.

J. Meyer-Breslau: Zur Realisierung der Thomson-van der Waalsschen *p-T-v*-Fläche.

Durch Bestimmung der Volumänderungen, welche eine Flüssigkeit durch darauf wirkende Zugkräfte erleidet, konnte der Vortragende beim Äthyläther, Methyläthyläther, Isopropyläther, Benzol- und Äthylalkohol das Minimum der Thomson-van der Waalsschen Fläche in guter Übereinstimmung mit den berechneten Werten erhalten.

Samter-Berlin: Über physikalische Chemie und Patentwesen.

Die zusammenfassenden und Einzelvorträge finden sich vollständig in der Zeitschrift für Elektrochemie Nr. 11—16, 1912.

F. Krüger.

BESPRECHUNGEN.

Erich Waetzmann, Die Resonanztheorie des Hörens. Als Beitrag zur Lehre von den Tonempfindungen. 164 S. mit 33 Abbildungen. Braunschweig, Fr. Vieweg & Sohn. 1912. M. 5.—

In unserer Zeit des Bücherschreibens macht es um so größere Freude, ein Buch kennen zu lernen, welches in so knapper und klarer Darstellungsform so viel Neues und Wissenswertes bringt, wie das vorliegende Werkchen. Man legt es mit dem Gefühl weg, daß hier einem wirklichen Bedürfnis entsprochen würde. Die größte Freude und Genugtuung am Waetzmannschen Werke freilich würde der Schöpfer der Resonanztheorie des Hörens, Helmholtz, haben, da es nicht nur eine Ergänzung seines Meisterwerkes: „Die Lehre von den Tonempfindungen" ist, sondern eine Wiedergeburt und Verteidigung der Helmholtzschen Lehre auf Grund neuer Versuche und geistreicher Schlußfolgerungen.

Gerade in Physikerkreisen wird es überraschen, wie reich an physikalischen Problemen die physiologische Akustik und speziell die Resonanztheorie des Hörens ist, welche in den letzten Dezennien ihres physikalischen Charakters entkleidet schien. Um so größerer Dank gebührt Waetzmann, die von Helmholtz offen gelassenen Fragen durch Ergänzung des Versuchsmaterials beantwortet und dadurch die Resonanztheorie endgültig auf eine physikalische Basis gestellt und ihres psychologischen Gewandes entkleidet zu haben. Dazu war vor allem nötig, die Dämpfung der Ohrresonatoren festzustellen, ganz unabhängig davon, welche Gebilde man als solche ansehen will. Während Helmholtz ausschließlich mit der Annahme operiert, daß alle Ohrresonatoren gleichstark gedämpft seien, ohne, wie er selbst hervorhebt, einen Weg für eine sichere Lösung dieses Problems zu sehen, kommt Waetzmann auf Grund fremder und eigener sinnreicher und einwandfreier, wenn auch schwierig anzustellender Versuche zu der Schlußfolgerung, daß die Ohrresonatoren verschieden stark gedämpft sind.

Mit Hilfe seines neuen Theorems über die verschieden starke Dämpfung der Ohrresonatoren und den absoluten Wert ihrer Dämpfung konnte Waetzmann sogar die bekannteren Regeln der Harmonielehre physikalisch erklären und auch der Stumpfschen „Tonbreite" eine physikalische Unterlage geben. Bei aller Vorsicht in seinen Schlußfolgerungen, scheint mir Waetzmann die bisher gemachten Einwendungen gegen die Resonanztheorie einwandfrei widerlegt zu haben.

Aber auch die von der Helmholtzschen Theorie

geforderte Objektivität der von getrennten Primärtönen herrührenden Kombinationstöne ist in neuerer Zeit, wieder unter wesentlicher Mitarbeit von Waetzmann, bewiesen worden. Auch hat Waetzmann Inkorrektheiten der Helmholtzschen Theorie, die tatsächlich vorlagen und ihr teilweise auch schon vorher zum Vorwurfe gemacht worden waren, beseitigt. Erst damit ist eine für unüberwindlich gehaltene Schwierigkeit für die Resonanztheorie beseitigt. Für wie wichtig gerade der Nachweis der Objektivität der Kombinationstöne von Helmholtz selbst gehalten wurde, weiß am besten der Referent, der in den 80iger Jahren mit Helmholtz selbst an diesem Problem gearbeitet hat, ohne daß uns eine endgültige Lösung gelungen wäre. So kann nur der eine noch die Freude genießen über den endgültigen Sieg der Helmholtzschen Resonanztheorie und hoffen, daß die Physiker sich mit etwas mehr Interesse als bisher diesem gerade physikalisch hochinteressanten Probleme zuwenden möchten.

Um auch einen breiteren Leserkreis der Schätze dieser Lehre teilhaftig werden zu lassen, hat Waetzmann in seinem Werkchen die wichtigsten zum Verständnis notwendigen Begriffe definiert und in mustergültiger Weise einen knappen Überblick über die hierhergehörigen Arbeiten und Versuche gegeben und die mathematischen Begründungen in einen Anhang verwiesen. Möchte das Buch einen großen Leserkreis finden und die Beachtung seitens der Gelehrten, insbesondere der Physiker, die es verdient. O. Lummer.

H. Gerhartz, Die Registrierung des Herzschalles. gr. 8. VIII u. 158 S. mit 195 Textfiguren. Berlin, Julius Springer. 1911. M. 8.—, geb. M. 9.—

Der Verfasser gibt eine selbständige Darstellung der Methodik und bisherigen Ergebnisse der Registrierung des Herzschalles; die Niederschrift dieses hat den Zweck, Auftreten und Verklingen der Herzgeräusche des gesunden und kranken Menschen graphisch so darzustellen, daß eine zeitliche Einreihung derselben in den Ablauf der übrigen Begleiterscheinungen der Herztätigkeit möglich ist.
P. Heiberg.

A. v. Fersmann und V. Goldschmidt, Der Diamant. Eine Studie. gr. 8. XVIII u. 276 S. mit 206 Abbildungen im Text und einem Atlas von 43 teilweise farbigen Tafeln. Heidelberg, Carl Winter's Universitäts-Buchhandlung. 1911. M. 10.—, geb. M. 12.—

Das umfangreiche Werk ist durch 206 Figuren im Text und 292 Figuren im Atlas reich ausgestattet. Die Figuren stellen zum größten Teil Kristallzeichnungen dar, in denen nach der eigenen Bemerkung der Verf. das Wesentliche hervorgehoben und das Unwesentliche unterdrückt ist, zum kleineren Teil Zeichnungen von Reflexbildern (Lichtfiguren) sowie gnomonische Projektionen. Es wurden 289 Diamantkriställchen, zu allermeist südafrikanische, auf ihren Habitus, ihre Oberflächenbeschaffenheit und etwaige Zwillingsbildungen hin untersucht. Ein Teil der Flächen werden als Wachstumsflächen, andere als Auflösungsflächen gedeutet und auf bestimmt gerichtete Wachstums- bzw. Lösungsströme zurückgeführt; manche Kristalle zeigen beiderlei Flächenarten nebeneinander, indem in einer gesättigten Lösung sich von den Würfelflächen Teilchen ablösten und auf den Oktaederflächen anlagerten. Diese Deutungen der in einem Eruptivmagna gebildeten Kristalle werden durch Ätzversuche gestützt, die mittels Soda und Salpeter in Tiegeln von Ton, Nickel oder Platin im Rößlerschen Ofen bei ca. 900° angestellt wurden, wobei Kohlensäure und Ätzalkali entstehen; hierbei bildeten sich mehrfach Ätzgrübchen, die den natürlichen gleich waren, während die natürlichen Wachstumserscheinungen auf diese Weise selbstverständlich nicht reproduziert werden konnten. In einem Falle zeigten sich nach dem Anätzen Lichtfiguren von tetraedrischer Symmetrie; da auch die Lichtfiguren mancher natürlicher Oberflächen sowie der Habitus einiger Kristalle tetraedrisch erscheinen, so wird der Diamant für tetraedrisch-hemiedrisch erklärt, obwohl die natürliche Einkerbung der Oktaederkanten nicht als tetraedrische Zwillingsbildung, sondern als eine Lösungserscheinung gedeutet wird. Dieser Hauptschluß ist also entgegengesetzt dem Hauptresultat van der Veens (siehe Referat: diese Zeitschr. **13**, 910, 1912).

Übrigens ist kürzlich eine eingehende Zusammenfassung der bisher am Diamanten ermittelten physikalischen, chemischen und kristallographischen Eigenschaften von Doelter im ersten Hefte seines „Handbuches der chemischen Mineralogie" gegeben worden.
Johnsen.

Jahrbuch der Naturwissenschaften. 1910 bis 1911. XXXVI. Band. Unter Mitwirkung von Fachmännern herausgegeben von Dr. J. Plaßmann. (Herders Jahrbücher.) Lex. 8°. XV u. 458 S. mit 22 Figuren. Freiburg i/B., Herdersche Verlagsbuchhandlung. 1911. Gebunden M. 7.50

Der vorliegende, besonders reichhaltige Band bringt wie seine Vorgänger aus allen Zweigen der Naturwissenschaften recht gediegene Referate über die wichtigsten Arbeiten des Jahres von der Hand spezieller Fachmänner. Für die Physik ist wie auch im letzten Jahre H. Konen in Münster als Berichterstatter tätig gewesen. Auf dem Gebiete der physikalischen Chemie hat derselbe besonders von der Ammoniaksynthese Habers, der Dolezalekschen Theorie konzentrierter Lösungen berichtet. Aus der Wärmelehre werden die Versuche La Rosas über die Schmelzung des Kohlenstoffs, die Siedepunktsbestimmungen von Metallen durch Greenwood, die Verflüssigung des Heliums durch Kamerlingh Onnes, ebenso die Bestimmungen der Verdampfungswärme, des Sättigungsdruckes durch Hennig, Scheel und Heuse, Holborn und Baumann eingehend besprochen, und im Anschluß daran wird der Arbeiten von Nernst und Levy sowie der Dampfdruckmessung durch Knudsen gedacht. Die Erklärungsversuche der Brownschen Molekularbewegung, die Neubestimmung des Wärmeäquivalentes durch Scheel und Luther, die interessante Arbeit Lebedews über Wirkungen des Lichtdruckes, die Bauersche Messung der Temperatur der Bunsenflamme, die Reststrahlenarbeiten von Rubens und Wood werden ausgiebig geschildert. Ferner gibt der Referent einen Überblick über eine große Zahl spektralanalytischer Arbeiten und geht dann auf das Gebiet der Elektronentheorie über, wobei namentlich die bekannten Millikan und Ehrenhaftschen Arbeiten besprochen werden. Ein Abschnitt schildert neue elektrische Meßinstrumente, ein folgender gibt eine Übersicht über Elektrizitätsleitung, und zum Schluß wird über die interessantesten Arbeiten über elektrische Oszillationen gesprochen.
Behrendsen.

F. Eichberg, Die Photogrammetrie bei kriminalistischen Tatbestandsaufnahmen. (Enzyklopädie der Photographie 76. Heft.) gr. 8. 66 S. Halle, W. Knapp. 1911. M. 3.—

In der Einleitung gibt der Verfasser einen kurzen Überblick über die Aufgaben der modernen Kriminalistik sowie eine gute Übersicht über die Entwicklung der Photogrammetrie.

Bei der Auseinandersetzung der photogrammetrischen Vermessungsmethoden beschränkt sich der Autor in durchaus zweckmäßiger Weise auf die zwei wichtigsten:

1. Es werden zwei Aufnahmen gemacht mit vertikalen Platten von den Endpunkten einer „Basis" aus. Zu messen sind dann: die Länge der Basis, die Höhe der Apparate über einer Horizontalen und die Verschwenkungswinkel gegen die Basis.

Auf die Ausführung dieser Messungen hätte genauer eingegangen werden können.

2. Es wird eine Aufnahme mit vertikaler Platte gemacht und die Existenz einer bekannten horizontalen Fläche am Objekt (Fußboden, Tisch) angenommen.

In sehr klarer und geschickter Weise wird dann die Ausmessung der Bilder erklärt.

Die geschilderten Methoden haben auch außerhalb der Kriminalistik ihre Anwendungsberechtigung (z. B. Aufnahmen physikalischer Apparataufstellungen u. dgl.), so daß das Werkchen weiteren Kreisen empfohlen werden kann. v. Sanden.

Personalien.

(Die Herausgeber bitten die Herren Fachgenossen, der Redaktion von eintretenden Änderungen möglichst bald Mitteilung zu machen.)

Ernannt: Der a.o. Professor an der Hochschule für Bodenkultur in Wien Maximilian von Schmidt auf Altenstadt zum ord. Professor der analytischen Chemie an derselben Hochschule, der a.o. Prof. der theoret. Physik an der Universität Zürich Dr. P. Debye zum ord. Prof. der theoret. Physik an der Universität Utrecht, der a.o. Professor an der Böhmischen Technischen Hochschule Prag Dr. Jaroslav Formánek zum ord. Professor für analytische, qualitative und quantitative Chemie an derselben Hochschule, der a.o. Professor an der Forstakademie Tharandt Dr. Reinhard Hugershoff zum ord. Professor für Vermessungskunde, Infinitesimalrechnung und Meteorologie daselbst.

Verliehen: Den ord. Professoren an der Universität Göttingen Dr. Emil Wiechert (Geophysik) und Dr. Carl Runge (Angewandte Mathematik), den ord. Professoren an der Universität Breslau Dr. Julius Franz (Astronomie) und Dr. Otto Lummer (Experimentalphysik), sowie dem ord. Professor der Chemie an der Universität Greifswald Dr. Karl von Auwers der Titel Geheimer Regierungsrat.

Ehrungen: Bei der diesjährigen Versammlung in Heidelberg wurden zu Ehrenmitgliedern der Deutschen Bunsengesellschaft ernannt Geh. Regierungsrat Prof. Dr. Walther-Nernst-Berlin, Geh. Hofrat Prof. Dr. August Horstmann-Heidelberg und Prof. Dr. Alfred Werner-Zürich.

Vorlesungsverzeichnis für das Wintersemester 1912/13.

Technische Hochschule Aachen.

Stark: Experimentalphysik I: Mechanik, Elektrodynamik, 4; Physikalisches Praktikum (mit Steubing und Wendt): a) Praktische Übungen aus allen Teilen der Physik, für Anfänger, 4 oder 6, b) Anleitung zu selbständigen physikalischen Untersuchungen (Dissertationen), tägl., c) Physikalisches Handfertigkeitspraktikum, 2. — **Seitz:** Mechanische Wärmetheorie, 2; Theoretische Physik: Theorie der Elektrizität und des Magnetismus, 2; Experimentalphysik, enzyklopädischer Kursus: Mechanik, Elektrizität, Magnetismus, 2. — **Polis:** Allgemeine Meteorologie, 2; Ausgewählte Kapitel der Meteorologie I, 1; Meteorologische Technik verbunden mit Übungen im Meteorologischen Observatorium, 1. — **Steubing:** Photographie I (für Anfänger) und II (für Fortgeschrittene), 1, Übungen, 3; Spektroskopie, mit Demonstrationen, 1. — **Grotrian:** Physikalische Grundlage der Elektrotechnik, 5; Theoretische Elektrotechnik, 3; Elektrotechnisches Praktikum, 8. — **Rasch:** Elektrische Bahnen, 1; Einleitung in die Elektrotechnik, 2; Konstruktionslehre der Elektrotechnik, 3; Elektrotechnische Konstruktionsübungen, 2. — **Finzi:** Elektrische Zentralanlagen und Leitungen, 2. — **Hamacher:** Praktische Telegraphie und Telephonie, 2. —

Bredt: Organische Experimentalchemie II, 3; Organisches Praktikum (mit Lipp und Amann). — **Classen:** Allgemeine und anorganische Experimentalchemie, 4; Anorganisches Praktikum (mit Clören, Fischer, Scheen, Schleicher und Wolf); Elektroanalytisches und elektrochemisches Praktikum (mit Fischer). — **Rau:** Chemische Technologie I, 2, II, 2; Entwerfen von chemischen Apparaten und Fabrikanlagen, Übungen, 4; Chemisch-technisches Praktikum (mit Lambris und Kron). — **v. Kapff:** Chemische Technologie der Gespinstfasern (Färberei, Bleicherei usw.), 2, Übungen, 4. — **Ruer:** Physikalische Chemie I, 3, Übungen für Hüttenleute, 3, für Chemiker, 1 Vormittag, für Fortgeschrittene, nach Vereinbarung; Allgemeines hüttenmännisches Praktikum, 3. — **Cloeren:** Analytische Chemie, 2; Experimentalchemie, 2. — **Fischer:** Allgemeine Elektrochemie, 2. — **Levy:** Alizyklische Verbindungen, 2. —

Blumenthal: Höhere Mathematik I, 6 bis 4, Übungen, 2. — **Hamel:** Höhere Mathematik II, 3, Übungen, 1; Ausgewählte Kapitel der Mathematik: Hydrodynamische Theorien des Flugproblems, 2 *g*. — **Kötter:** Darstellende Geometrie I, 4, Übungen, 4; Graphische Statik, 2, Übungen, 2, Ausgewählte Kapitel, 1. — **Reißner:** Mechanik I, 5, Übungen, 1, II, 3, Übungen, 1; Flugtechnische Aerodynamik, 3. — **Haußmann:** Übungen im Markscheiden und Feldmessen (mit Wandhoff und Holzapfel), $^1/_2$ Tag; Abriß der Markscheide- und Feldmeßkunde, 2; Ausgleichungsrechnung, 2, Übungen, 1; Sphärische Trigonometrie, 1; Trigonometrische Übungen, 2. — **Wandhoff:** Markscheiden und Feldmessen I, 4; Markscheiderische Zeichen- und Rechenübungen, 2. — **Gast:** Praktische Geometrie I, 3; Geodätisches Praktikum I, 2; Geodätische Ausarbeitungen, 4; Eisenbahntrassieren, 2; Höhere Geodäsie, 2. —

Universität Basel.

Hagenbach: Experimentalphysik II: Optik, Wärme und Elektrizität, 6; Physikalisches Praktikum für Vorgerücktere, tägl., für Anfänger (mit Veillon), 8; Physikalisches Kolloquium, 14tägig, 2. — **Veillon:** Physikalisches Handfertigkeitspraktikum (mit Zickendraht), 2; Geometrische Optik, 1. — **Flatt:** Pädagogisches Seminar, mathematisch-naturwissenschaftliche Abteilung I, 3. — **Zickendraht:** Wissenschaftliche Photographie, 1. —

Rupe: Organische Experimentalchemie, 5; Chemisches Vollpraktikum für organische Chemie, tägl.; Chemisches Kolloquium (mit Fichter und Bernoulli), 1 *g*. — **Fichter:** Elektrochemie, 2; Maßanalyse und Gasanalyse, 1; Analytisches Halbpraktikum für Anfänger, 9; Chemisches Vollpraktikum (anorganische und elektrochemische Übungen und Arbeiten), tägl. — **Kreis:** Chemie der Nahrungs- und Genußmittel II, 2; Übungen in der Untersuchung von Lebensmitteln, 4; Arbeiten im Laboratorium für angewandte Chemie, tägl. — **Bernoulli:** Physikalische Chemie, 2; Physikalisch-chemisches Praktikum für Anfänger, 4, für Vorgerücktere, tägl. außer Sonnabend. — **Obermiller:** Organisch-chemische Technologie II: Färberei, Farbstoffe, 2. — **Beuttner:** Pharmakognosie, 3; Pharmazeutische Chemie und chemische Toxikologie, 3; Pharmazeutisch-chemisches Praktikum und Halbpraktikum, tägl.; Mikroskopische Übungen der Pharmakognosie, 3; Pharmazeutisches Kolloquium, 1 *g*. —

Fuëter: Differential- und Integralrechnung I, 4; Funktionentheorie, 4; Seminar (mit Spieß), 1 *g*; Proseminar: Übungen zur Differentialrechnung, 1 *g*. — **Spieß**: Lineare Differentialgleichungen, 2; Determinanten, für Anfänger, 1. —

Universität Berlin.

Rubens: Experimentalphysik II: Elektrizität und Optik, 5, Mathematische Ergänzung, 1 *g*; Physikalisches Kolloquium, $1^1/_2$ *g*; Arbeiten im physikalischen Laboratorium für Geübtere (mit Wehnelt), tägl. — **Planck**: Allgemeine Mechanik, 4, Übungen, 1 *g*. — **Wehnelt**: Physikalisches Praktikum für Anfänger I und II (mit Blasius), 7, für Pharmazeuten, 3, Ergänzungen, 1 *g*; Praktikum zur Erlangung von Handfertigkeit für das physikalische Arbeiten (mit Regener), 3. — **Hellmann**: Allgemeine Klimatologie, 2; Meteorologisches Kolloquium, 1 *g*; Arbeiten im Meteorologischen Institut für Vorgeschrittene, tägl. *g*. — **Warburg**: Wechselströme und elektromagnetische Wellen, 2. — **Schmidt**: Erdmagnetismus, 2; Geophysikalisches Kolloquium, $1^1/_2$ *g*. — **Neesen**: Elektrische Schwingungen, drahtlose Telegraphie, $1^1/_2$. — **Blasius**: Physikalischer Kursus für Mediziner, $3^1/_2$; Übungen im Anschluß an das Praktikum, 1 *g*. — **E. Meyer**: Moderne Maschinentechnik, 2; Technische Exkursionen, 14 tägig, 1 Nachmittag *g*. — **Martens**: Dynamomaschinen, Transformatoren und elektrische Schwingungskreise, 1 *g*. — **Weinstein**: Mechanik der Flüssigkeiten und der elastischen Körper, 3; Die Grundgesetze der Natur, 1 *g*. — **Krigar-Menzel**: Theorie der Wärme, 4. — **Leß**: Praktische Witterungskunde, 2. — **Börnstein**: Experimentalphysik I, 5; Wetterkunde, 1; Physikalische Unterrichtsübungen, 4; Physikalische Meßübungen, $3^1/_2$; Physikalische Arbeiten, tägl. — **Gehrcke**: Theorie der elektrischen Wechselströme, 1. — **Grüneisen**: Anwendungen der Wahrscheinlichkeitsrechnung in der Physik, 2. — **Kiebitz**: Grundlagen der drahtlosen Telegraphie, 1. — **Hahn**: Die Radioaktivität, mit Experimenten, 1. — **Henning**: Elektronentheorie der Metalle, 1 *g*. — **v. Baeyer**: Ausgewählte Kapitel aus der Experimentalphysik, 3. — **Regener**: Gasentladungen (experimentell), 1. — **Reichenheim**: Durchgang der Elektrizität durch Gase, 1. — **Pohl**: Abschnitte aus der Optik, 1. — **Franck**: Über neuere elektrische und elektrooptische Untersuchungen, 1. — **Eucken**: Kinetische Theorie, 3. — **Scheffer**: Angewandte wissenschaftliche Photographie mit praktischen Übungen, 1. —

E. Fischer: Praktische Arbeiten im chemischen Universitätslaboratorium (mit Gabriel, Pschorr, Diels, Traube, Stähler, Leuchs), tägl.; für Mediziner und Zahnärzte, 6. — **Nernst**: Physikalische Chemie, 4; Neuere Atomistik, 1 *g*; Physikochemisches Kolloquium (mit v. Wartenberg), 1 *g*; Praktische Übungen und Arbeiten im physikalisch-chemischen Laboratorium: a) anorganisch-chemisches Praktikum (mit Marckwald), tägl., b) physikochemische Übungen, 7, c) physikochemische Arbeiten (mit v. Wartenberg), tägl. — **Willstätter**: Kolloquium über chemische Literatur, 1 *g*. — **Wichelhaus**: Technologie für Juristen und Nationalökonomen, 2, für Chemiker, 2 *g*; Übungen, tägl.; Anleitung, tägl. — **Thoms**: Pharmazeutische Chemie, anorganischer Teil, mit Experimenten, 4; Toxikologische Chemie, mit Experimenten, $1^1/_2$; Über Schädigungen durch Nahrungs- und Genußmittel, 1 *g*; Praktische Übungen in der chemischen Analyse, in der Prüfung und Wertbestimmung von Arzneimitteln, in der Nahrungsmittelchemie (mit Lenz), tägl. — **Liebermann**: Organische Experimentalchemie I, 5; Praktische Übungen im organisch-chemischen Laboratorium, tägl. — **Pschorr**: Alkaloide, 1. — **v. Wartenberg**: Elektrochemie (experimentell), 2. — **Biedermann**: Technische Chemie II: Organische Stoffe, 4. — **Traube**: Qualitative chemische Analyse, 2. — **Fock**: Einleitung in die Physik und Chemie, 1; Chemische Kristallographie, 1 *g*. — **Marckwald**: Analytische Chemie, 2. — **Rosenheim**: Anorganisch-chemisches Praktikum (mit Meyer), tägl.; Übungen in der Experimentalchemie (mit Meyer), 8; Praktische Übungen in der Gas- und Maßanalyse, 4; Kolloquium über Themata aus der anorganischen und physikalischen Chemie (mit Meyer), $1^1/_2$ *g*. — **v. Buchka**: Geschichte der Chemie, 2; Chemie der Nahrungsmittel, Genußmittel und Gebrauchsgegenstände, 4. — **Jacobson**: Besprechung chemischer Tagesfragen, 1. — **Emmerling**: Chemische und biologische Wasseranalyse, 1. — **Spiegel**: Organische Chemie für Studierende der Zahnheilkunde, 3. — **Neuberg**: Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten auf dem Gebiete der Biochemie, tägl.; Anleitung zur Darstellung organisch-chemischer Präparate (organisch-chemisches Praktikum), tägl.; Tier- und pflanzenchemische Übungen, 6. — **Sachs**: Konstitutionsbestimmung organischer Verbindungen, 1. — **Koppel**: Chemische Gleichgewichte I, 1 *g*. — **Diels**: Anorganische Experimentalchemie, 5; Einführung in die organische Chemie I: Aliphatische Verbindungen, 1. — **Meisenheimer**: Anorganische Experimentalchemie, 4, Ergänzungen, 1; Anorganisch- und organisch-chemisches Praktikum, tägl. — **F. Fischer**: Grundzüge der Elektrochemie, 2; Elektrochemisches Vollpraktikum, tägl.; Kleines elektrochemisches Praktikum, 2 halbe Tage. — **Byk**: Einführung in die mathematische Behandlung der Naturwissenschaften, 1. — **Grossmann**: Die deutsche chemische Industrie und ihre Stellung auf dem Weltmarkt, mit Exkursionen, 1; Besprechung chemisch-technischer und wirtschaftlicher Tagesfragen, für Chemiker und Nationalökonomen, mit Exkursionen, 1. — **Löb**: Allgemeine und spezielle Chemie der Enzyme, 1; Physiologisch-chemisches Laboratorium, tägl. — **Köthner**: Die physischen Reagenzien, 1. — **Stähler**: Grundzüge der allgemeinen und anorganischen Chemie (Repetitorium), 2. — **Houben**: Die ätherischen Öle, 1. — **Weigert**: Photochemie, 2. — **Lockemann**: Chemie und Biologie, 1. — **Lenz**: Chemische Untersuchung von Blut, Harn, Kot, Magensaft usw., mit Übungen, 2. — **Leuchs**: Organische Chemie II, 1. — **Pringsheim**: Die Bedeutung der Mikroorganismen in der Natur, 1. —

Schwarz: Differentialrechnung, 4, Übungen, 14 tägig, 2 *g*; Elliptische Funktionen, 4; Elementargeometrische Behandlung einiger Aufgaben des Maximums und Minimums, 2 *g*; Mathematische Kolloquien, 14 tägig, 2 *g*; Mathematisches Seminar (mit Frobenius und Schottky), 2 *g*. — **Foerster**: Geschichte der mittelalterlichen Astronomie, 2 *g*; Grundlehren der astronomischen Meßkunst, 1 *g*; Die Pflege der naturwissenschaftlichen Mitarbeit des Laientums und der Schuljugend, 1 *g*. — **Helmert**: Schwerkraft und Erdgestalt, 1; Kartenprojektionen, 1 *g*. — **Frobenius**: Algebra, 4. — **Schottky**: Allgemeine Theorie der analytischen Funktionen, 4; Potentialtheorie, 4. — **Struve**: Sphärische Astronomie, 3; Praktische Übungen, *g*. — **Cohn**: Einführung in die Himmelsmechanik, 4; Übungen im Seminar für wissenschaftliches Rechnen, 2 *g*. — **Lehmann-Filhés**: Analytische Geometrie, 4. — **Hettner**: Bestimmte Integrale, 2. — **Scheiner**: Fixsterntemperaturen, 1; Kolloquium, 1 *g*. — **Knoblauch**: Mathematische Probleme, die im Anschluß an den Schulunterricht auftreten, 4; Raumkurven und Flächen, 4; Mathematische Übungen für jüngere Semester, 1 *g*. — **Marcuse**: Geographische Ortsbestimmung, mit Übungen, $1^1/_2$; Allgemeine Himmelskunde, mit Lichtbildern, $1^1/_2$; Luftschiffahrt, mit Lichtbildern, 1 *g*. — **Schur**: Integralrechnung, 4, Übungen, 1 *g*; Theorie der Integralgleichungen, 4. — **Witt**: Säkularstörungen nach Gauß, 2; Graphisches Rechnen: Nomographie, 1 *g*. — **Kohlschütter**: Geographische und koloniale Landmessung, 3, Übungen, 5 *g*. — **Knopp**: Zahlentheorie, 4; Höhere Funktionentheorie, 4; Ausgewählte Kapitel der Theorie der unendlichen Reihen, 1 *g*. —

Technische Hochschule Berlin.

F. Dolezalek: Experimentalphysik: Mechanik, Akustik, Magnetismus, Elektrizität, 4; Physikalische Übungen, 8; Physikalische Chemie, 2. — **Kurlbaum**: Experimentalphysik: Mechanik, Akustik, Elektrizität, 4, für Architekten, 2; Physikalische Übungen, 8. — **Grunmach**: Magnetische und elektrische Maßeinheiten und Meßmethoden, 2; Phy-

sikalische Maßbestimmungen und Meßinstrumente (Physikalische Übungen), 10. — **Kalischer**: Die physikalischen Grundlagen der Elektrotechnik II, 2; Grundzüge der Potentialtheorie und ihre Anwendung in der Elektrizitätslehre, 2; Elektrische Schwingungen und Funkentelegraphie, 1. — **Krigar-Menzel**: Theorie der Elektrizität und des Magnetismus, 4; Theorie der Wärme: Thermodynamik, 2. — **Felgentraeger**: Maß- und Gewichtswesen I, 2; Die Konstruktion der Spiegel- und Linseninstrumente, 2. — **Glatzel**: Prinzipien der modernen Hochfrequenztechnik mit besonderer Berücksichtigung des konstruktiven Aufbaus der Sende- und Empfangsapparate, 2; Physikalische Grundlagen für die Konstruktion von Meßinstrumenten für Gleichstrom und Wechselstrom, 1. — **Groß**: Ausgewählte Kapitel aus der mechanischen Wärmetheorie, 2; Energetik, 1; Theorie des galvanischen Stromes, 2. — **v. Ignatowsky**: Vektoranalysis mit Anwendungen auf verschiedene Gebiete der Physik; insbesondere auf die Maxwellsche Theorie der Elektrizität, 2. — **Möller**: Strahlungstheorie und Beleuchtungstechnik, 1. — **Petzoldt**: Natur und Geist, 1 *g*. — **Zehnder**: Über physikalische Weltanschauungen, 1; Physikalisches Praktikum mit besonderer Berücksichtigung der Telegraphentechnik, 2 oder 4. Übungen, 4. — **Günther**: Theorie und Praxis der Meßbildphotographie: Photogrammetrie, 3; Entwickelungsgeschichte unserer Landkarte, mit Demonstrationen und Projektionen, 1 *g*. — **v. Parseval**: Allgemeines Kolleg über Luftschiffahrt, 2; Spezialkolleg über Luftfahrzeuge, 2. — **Dietzius**: Luftschiffbau und Luftschiffahrt, 1. — **Orlich**: Grundlagen der Elektrotechnik, 4; Übungen im Elektrotechnischen Laboratorium, 12; Elektrotechnische Meßkunde, 2. — **Wedding**: Grundlagen der Elektrotechnik, 4; Übungen im Elektrotechnischen Laboratorium, 12. — **Franke**: Elektrische Schwachstromtechnik einschließlich drahtlose Telegraphie, 4; Übungen im Schwachstromlaboratorium, 6; Instrumenten- und Apparatenbau, 2. — **Kloß**: Elektromaschinenbau, 4 bzw. 2, Übungen, 8; Übungen im Elektrotechnischen Versuchsfelde, 4. — **Krell**: Schiffselektrotechnik, 2. — **W. Reichel**: Elektrische Kraftanlagen und Bahnen, 2, Übungen, 4. — **Strecker**: Elektrotelegraphie, 2. — **Benischke**: Allgemeine Wechselstromtechnik, 4; Spezielle Wechselstromtechnik für Hochspannungsanlagen, 1. — **Breslauer**: Berechnung und Prüfung elektrischer Maschinen nach den in der Praxis herrschenden Gepflogenheiten, 2. — **Gerstmeyer**: Kommutatormotoren für Wechselstrom, 1. — **Wagner**: Theorie der Fernsprechleitungen, einschließlich der Pupinleitungen, 2. — **Zehme**: Elektrische Haupteisenbahnen und Zwischenstadtbahnen, 2. — **Kaemer**: Das Wasser der Atmosphäre (Verdunstung, Luftfeuchtigkeit, Niederschläge, Hochwasser), besonders für Wasser- und Städtebau, 1. —

Hofmann: Experimentalchemie, 4; Praktische Arbeiten im anorganischen Laboratorium, tägl.; Ausgewählte Kapitel aus der Chemie (mit S. Hilpert), 2. — **v. Buchka**: Chemie der Nahrungsmittel mit Berücksichtigung der Nahrungsmittel-Analyse und Bakteriologie, 4; Geschichte der Chemie, 2. — **F. Fischer**: Elektrochemie: Das Wichtigste aus Theorie und Praxis, 2; Kleines elektrochemisches Praktikum, 2 halbe Tage; Elektrochemisches Vollpraktikum: Physikalisch-chemische Messungen, präparative Elektrolyse, Elektrometallurgie und Gasentladungen, tägl.; Selbständige Arbeiten und Anleitung, tägl. — **Holde**: Untersuchung von Fetten, Ölen, Wachsen und Seifen, 2. — **Liebermann**: Organische Chemie I: Offene Kohlenstoffketten, 5; Praktische Arbeiten im organischen Laboratorium, tägl. — **Miethe**: Spektralanalyse, mit Übungen, 2; Allgemeine Photographie: Apparatenkunde, Übersicht über die gebräuchlichen photographischen Prozesse, 2; Einführung in die photographische Optik, 1; Astronomische Photographie mit Übungen am photographischen Refraktor, 1, Übungen, 3; Praktische Arbeiten im photochemischen Laboratorium, für Photochemiker, tägl.; Photographische Übungen in den gebräuchlichen Prozessen, 16; Spektrographisches und Spektralanalytisches Praktikum für Fortgeschrittenere, 1. — **Traube**: Einleitung in die physikalische Chemie, 2; Physikalisch-chemische Übungen, 3; Die Eigenschaften der Kolloide, besonders in Hinsicht auf Toxikologie, Pharmakologie und Farbentheorie, 1. — **Ullmann**: Technologie der Farbstoffe, 2. — **Witt**: Chemische Technologie II, 4; Technologie der Derivate des Steinkohlenteers und ihrer Verwendung inkl. Färberei, Zeugdruck, 2; Praktische Arbeiten im technisch-chemischen Institut, tägl. — **Arndt**: Ausgewählte Teile der physikalischen Chemie, 1. — **Börnstein**: Die Brennmaterialien, ihre Bearbeitung und Verwendung, 2. — **Byk**: Einführung in die mathematische Behandlung der Naturwissenschaften, 1 *g*. — **Guertler**: Physikalische Chemie der Metalllegierungen III: Mikrographie, Darstellungsmethoden, Chemie und Korrosion, 2. — **Hauser**: Chemie der seteneren Elemente mit spezieller Rücksicht auf ihre technische Verwendung, 2. — **Hilpert**: Theoretische Chemie in ihrer Anwendung auf die Prozesse der Hüttenkunde, 1; Analytische Chemie, 1, Kolloquium, 1. — **Hinrichsen**: Theorie der Lösungen, 2. — **Lehmann**: Die Farbenphotographie, 1. — **Simonis**: Repetitorium der organischen Chemie (Kolloquien), 2; Qualitative und quantitative Analyse organischer Verbindungen, 1; Organisch-chemische Arbeitsmethoden (der Oxydation, Reduktion, Sulfurierung usw.), 1. — **Stavenhagen**: Einführung in die Experimentalchemie, 2. — **Voswinckel**: Einführung in die organische Chemie, 2. — **Wolffenstein**: Die Chemie der Alkaloide, 2. —

Hettner: Höhere Mathematik: Differential- und Integralrechnung, Analytische Geometrie, 6, Übungen, 2. — **Lampe**: Höhere Mathematik: Differential- und Integralrechnung, Analytische Geometrie, 6, Übungen, 2; Bestimmte Integrale und Differentialgleichungen, 2. — **Dziobek**: Höhere Mathematik: Differential- und Integralrechnung, Analytische Geometrie, 6, Übungen, 2. — **Haentzschel**: Elemente der Differential- und Integralrechnung und der analytischen Geometrie, 4, Übungen, 2 *g*. — **W. Hartmann**: Kinematische Geometrie und theoretische Kinematik, 2; Maschinengetriebe: Anwendungen der Kinematik, 2. — **Jolles**: Darstellende Geometrie I, 4, Übungen, 4; Graphische Statik, 2, Übungen, 2. — **E. Meyer**: Mechanik I, 4, Übungen, 2, II, 4, Übungen und Festigkeitslaboratorium, 2. — **Scheffers**: Darstellende Geometrie I, 5, Übungen, 5. — **Schuberg**: Elemente der darstellenden Geometrie, 1, Übungen, 3; Konstruktionsübungen für Chemiker: Entwurf von Apparaten und Vorrichtungen zum Erhitzen, Kühlen, Trocknen, Zerkleinern, Mischen und Destillieren chemischer Substanzen im Großbetriebe I, 1, Übungen, 3, II, 1, Übungen, 3. — **Wallenberg**: Ausgewählte Kapitel der Elementarmathematik, 2; Funktionentheorie I, 2; Potentialtheorie, 2. — **Fuchs**: Partielle Differentialgleichungen nebst Anwendungen, 2. — **Leist**: Mechanik I, 4, Übungen, 2, II, 4, Übungen, 2. — **Lichtenstein**: Darstellende Geometrie II, 5, Übungen, 5. — **v. Pirani**: Elemente der graphischen Darstellung und des graphischen Rechnens, mit besonderer Berücksichtigung physikalischer und technischer Anwendungen, 1. — **Salkowski**: Kinematische Geometrie, 2. — **Werner**: Niedere Geodäsie, 4; Geodätisches Praktikum I, 2; Planzeichnen, zugleich Bearbeitung der Aufnahmen, 2; Höhere Geodäsie, 2. — **Wolff**: Niedere Geodäsie im Abriß, 2. —

Universität Bern.

Forster: Experimentalphysik II: Magnetismus, Elektrizität, Wärme, 6; Theoretische Optik, 1 *g*; Repetitorium der Physik, 2; Physikalisches Praktikum, 8. — **Gruner**: Elektromagnetische Lichttheorie, 3; Molekulare Wärmetheorie, 2; Einleitung in die theoretische Physik, 1; Seminar für theoretische Physik, nach Verabredung. — **Blattner**: Lösung von Aufgaben aus dem Gebiete der angewandten Elektrotechnik, 1. — **Luterbacher**: Mechanik: Dynamik der festen Körper, 1. —

Kohlschütter: Allgemeine anorganische Experimentalchemie, 6; Anorganisch-chemisches Praktikum, tägl.; Analytisch-chemisches Praktikum für Mediziner, 8; Che-

misches Praktikum, 6. — **Mai**: Repetitorium der anorganischen Chemie, für Mediziner und Lehramtskandidaten, 1. — **Ephraim**: Einführung in die Elektrochemie, 2; Repetitorium der anorganischen Chemie für Chemiker, 2. — **Tambor**: Organische Chemie II, 5; Organisch-chemisches Praktikum, tägl.; Repetitorium der Chemie der Fettkörper, für Mediziner und Chemiker, 1; Repetitorium der karbo- und heterozyklischen Verbindungen, 1. — **Woker**: Arbeiten im Laboratorium für physikalisch-chemische Biologie für Anfänger und Vorgerückte, nach Verabredung; Kurs für die physikalisch-chemische Untersuchung der Körperflüssigkeiten: Harn, Blut, Milch usw., 1 Nachmittag; Immunochemie, 1; Die Chemie als Hilfswissenschaft der Biologie, 3; Fermente und Katalysatoren, 1. — **Schaffer**: Chemie der Nahrungs- und Genußmittel II, 2; Technologie der Lebensmittelgewerbe, nach Verabredung. —

Graf: Kugelfunktionen mit Repetitorium, 3; Besselsche Funktionen mit Repetitorium, 3; Integralrechnung mit Repetitorium, 3; Funktionentheorie, 2; Differentialgleichung, 2; Renten- und Versicherungsrechnung, 2; Mathematisches Seminar (mit Huber), $1^1/_2$. — **Ott**: Algebraische Analysis II, 2; Sphärische Trigonometrie mit Anwendungen, 2; Integralrechnung, 2; Analytische Geometrie II, 2; Mathematische Übungen, 1; Mathematische Übungen und Repetitorium, 1. — **Huber**: Sphärische Astronomie I, 2; Theorie der höheren ebenen Kurven, 3; Elliptische und Thetafunktionen, 2; Theorie und Anwendung der Determinanten, 1; Mathematisches Seminar (geometrische Richtung) (mit Graf), 1. — **Mauderli**: Ausgewählte Fragen der kosmischen Physik, 1; Vorausberechnung periodisch wiederkehrender Himmelserscheinungen, 2; Praktische Übungen, nach Verabredung, *g.* — **Benteli**: Darstellende Geometrie: Kurven, Strahlenflächen, reguläre Polyëder, 2, Übungen und Repetitorium, 2; Praktische Geometrie I, 1. — **Crelier**: Geometrie des Dreiecks, 2; Unterrichtsfragen aus der Geometrie, 1. — **Moser**: Reserventheorie für die Lebensversicherung, nach Verabredung; Mathematisch-versicherungswissenschaftliches Seminar, 1—2. — **Bohren**: Politische Arithmetik, 2; Witwen- und Waisenversicherung, 1. —

Universität Bonn.

Kayser: Experimentalphysik I: Mechanik, Allgemeine Physik, Wärme, Akustik, 5; Laboratorium für Anfänger (mit Eversheim und Grebe), 8, für Vorgeschrittene, tägl.; Physikalisches Kolloquium, 2 *g.* — **Pflüger**: Theorie der Elektrizität, 4, Übungen, 1 *g.* — **Bucherer**: Elemente der Vektoranalysis, 2. — **Eversheim**: Angewandte Elektrizitätslehre, mit Übungen (mit Grebe), 2; Grundzüge der Elektrotechnik, 1 *g.* — **Grebe**: Kosmische Physik, 2; Röntgenstrahlen für Mediziner, 1 *g.* —

Anschütz: Experimentalchemie II: Organische Chemie, 6; Kolloquium über neuere Arbeiten auf dem Gebiete der Chemie, 1 *g*; Chemisches Praktikum für Anfänger und Vorgeschrittene sowie für Nahrungsmittelchemiker (mit Rimbach, Frerichs und Kippenberger), tägl., für Mediziner (mit Rimbach), tägl. außer Sonnabend. — **Rimbach**: Physikalische Chemie I: Eigenschaften der Stoffe, Verwandtschaftslehre, 2; Ausgewählte Kapitel der speziellen anorganischen Chemie I: Seltenere Metalloide, 1 *g*; Analytische Chemie I: Qualitative Analyse, 2; Übungen in den wichtigsten physikalisch-chemischen Meßmethoden, 3 *g*; Übungen in der Gasanalyse (mit Gewecke), 3 *g.* — **Frerichs**: Pharmazeutische Chemie I (anorganisch), 3; Pharmazeutische Chemie III: Zyklische Verbindungen, 1 *g*; Toxikologische Analyse, 1; Übungen im Sterilisieren von Arzneimitteln, 1. — **Kippenberger**: Chemische Technologie, anorganischer Teil, mit Exkursionen, 2; Einführung in die chemische Großtechnik I: Anorganisch-chemische Betriebe, mit Exkursionen, 1; Besprechung nahrungsmittelchemischer Gutachten, 1 *g.* — **Laar**: Übersicht der photographischen Verfahren, 2; Photographisches Praktikum, tägl. — **Mannheim**: Die Methoden der Wasser- und Harnanalyse, 1; Übungen in Wasser- und Harnanalyse, tägl. — **Meerwein**: Alizyklische Verbindungen einschließlich der Terpene und Kampferarten, 2; Neuere Theorien auf dem Gebiete der organischen Chemie, 1. — **Gewecke**: Grundlagen und Hauptmethoden der Gewichtsanalyse, 1; Übungen in mikrochemischer Analyse, 3; Übungen in Unterrichtsversuchen, für Lehramtskandidaten, 2 *g.* —

Study: Differential- und Integralrechnung II, 4; Mathematisches Seminar: Vortragsübungen, 14 tägig, 2 *g*; Kolloquium über Invariantentheorie, 1 *g.* — **London**: Darstellende Geometrie II, 2, Übungen, 1 *g*; Analytische Mechanik, 4. — **Hausdorff**: Analytische Geometrie der Ebene und des Raumes, 4, Übungen, 1 *g*; Lineare Differentialgleichungen, 2; Mathematisches Seminar: Behandlung einfacher Aufgaben für mittlere Semester (mit Müller), *g.* — **Müller**: Einführung in die Algebra und Determinantentheorie, 3; Mathematisches Seminar: Übungen zur Differential- und Integralrechnung, 1. — **Küstner**: Praktische Übungen im astronomischen Beobachten (mit Mönnichmeyer), nach Verabredung; Theorie der Bahnbestimmung der Kometen und Planeten, 3; Topographie des Sonnensystems, 1 *g.* — **Mönnichmeyer**: Methode der kleinsten Quadrate, 2 *g.* —

Technische Hochschule Braunschweig.

Diesselhorst: Experimentalphysik: Wärme, Elektrizität und Magnetismus, 4; Gleichstromtheorie, 2, Übungen, 1; Physikalisches Praktikum I und II; Physikalisches Kolloquium, 14 tägig, 2 *g*; Elektromagnetische Schwingungen, 1. — **Weber**: Potentialtheorie mit Anwendungen auf die Elektrostatik, 2. — **Bergwitz**: Radioaktive Umwandlungen, 1. — **Witte**: Analytische Mechanik 1: Mechanik eines materiellen Punktes, 2. — **Peukert**: Grundzüge der Elektrotechnik, 2; Elektrotechnik, 4; Elektrotechnische Übungen, 2; Elektrotechnisches Praktikum, für Anfänger, 6; Arbeiten im elektrotechnischen Laboratorium, für Fortgeschrittenere, 9. — **Brünig**: Elektrotechnische Konstruktionen, 2, Übungen, 2. — **Hofmann**: Grundlagen für den Automobilbau, 2. — **Limmer**: Ausgewählte Kapitel aus der (speziellen) Photographie, 1; Moderne Kopierverfahren, 1; Die Reproduktion von Zeichnungen und Bildern, Übungen, 1; Farbenphotographie, 1; Photographisches Kolloquium, 14 tägig, 1 *g*; Photographische und farbenphotographische Übungen, 4. —

Meyer: Unorganische Experimentalchemie, 5; Chemie der organischen Farbstoffe, 3; Arbeiten im chemischen Laboratorium; Chemisches Kolloquium (mit Freundlich), nach Verabredung *g.* — **Biehringer**: Analytische Chemie für technische Chemiker, 2; Grundzüge der Chemie, 3. — **Freundlich**: Physikalische Chemie, 2; Metallurgie, 2; Chemie der Metalle, 1; Arbeiten im Laboratorium für physikalische Chemie und Elektrochemie. — **Reinke**: Chemische Technologie II 1, 6; Chemisch-technische Analyse I, 2; Arbeiten im Laboratorium für chemische Technologie II und landwirtschaftlich-chemische Gewerbe; Chemische Technologie in den deutschen Kolonien, 1; Seminaristische Übungen auf dem Gebiete der chemischen Technologie II, 2 *g.* — **Beckurts**: Chemie der Nahrungs- und Genußmittel, 2; Gerichtliche Chemie, 1; Grundzüge der Maßanalyse, 1; Pharmazeutische Chemie, 4; Arbeiten im Laboratorium für pharmazeutische Chemie und Nahrungsmittelchemie und in der Nahrungsmitteluntersuchungsstelle. — **Troeger**: Analytische Chemie, für Pharmazeuten, 2; Chemie der Benzolderivate, 2; Repetitorium der anorganischen und organischen Chemie, 2. — **Emde**: Reaktionen der organischen Chemie, 1. —

Dedekind: Elemente der Zahlentheorie, 2; Einleitung in die Wahrscheinlichkeitsrechnung, 1. — **Fricke**: Analytische Geometrie und Algebra, 4; Differential- und Integralrechnung I, 4, Übungen, 2, II, 2. — **Timerding**: Darstellende Geometrie, 4, Übungen, 6; Technisch wichtige Kurven und Flächen, 2; Synthetische Geometrie, 2. — **Wernicke**: Statik starrer und elastisch-fester Körper, 4, Übungen, 2. — **Schlink**: Technische Mechanik II: Dynamik, 3, Übungen und Repetitionen, 2; Stabilitätsfragen der Luftfahrzeuge, 1; Graphische Statik, 2, Übungen, 2;

Eisenhochbauten, ihre Berechnung und Konstruktion, 2, Übungen, 4; Statik der Baukonstruktionen I, 3, Übungen, 4, II, 4. — **Näbauer**: Grundzüge der Geodäsie, 2, Übungen, 2; Geodäsie II, 3, Übungen, 1; Höhere Geodäsie, 2; Ausgleichungsrechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate, 2; Planzeichnen, 4. —

Universität Breslau.

Lummer: Experimentalphysik II: Elektrizität, Magnetismus, Optik, 5; Physikalisches Kolloquium (mit Pringsheim und Schaefer), 2 *g*; Physikalisches Praktikum für Anfänger (mit Schaefer und Waetzmann), 3, für Geübtere (mit Pringsheim und Schaefer), tägl., für Pharmazeuten (mit Ladenburg), 3, für Mediziner (mit Ladenburg), 3, für Anfänger (mit Schaefer, Waetzmann und Ladenburg), 3. — **Pringsheim**: Theorie der Elektrizität und des Magnetismus, 4; Übungen des mathematisch-physikalischen Seminars, 14tägig, 2 *g*. — **Schaefer**: Kinetische Theorie der Materie und Elektrizität, 4; Experimentelle Einführung in die Elektronentheorie, 1. — **Waetzmann**: Potentialtheorie, 2. — **Ladenburg**: Vektoranalysis und ihre Anwendungen in der theoretischen Physik, 2. — **von dem Borne**: Physik des irdischen Wassers, 2; Geophysikalische Übungen und Besprechungen, *g*. — **Riesenfeld**: Photographisches Praktikum, 2; Die Photographie und ihre Technik, 1 *g*. —

Gadamer: Organische Experimentalchemie mit besonderer Berücksichtigung der Pharmazie, 6; Prüfung der Arzneimittel, 1 *g*; Praktisch-chemische Übungen mit besonderer Berücksichtigung der Pharmazie, der forensischen Chemie und Nahrungsmittelchemie, tägl.; Kleines chemisches Praktikum, 6. — **Biltz**: Organische Experimentalchemie, 4; Chemische Referate für Vorgeschrittene (mit v. Braun, Meyer, Sackur, Koenigs und Arndt), 14tägig, 2 *g*; Chemisches Praktikum, organische Abteilung, ganztägig, unorganische Abteilung (mit v. Braun), ganz- oder halbtägig, für Mediziner (mit Meyer), 4, für Landwirte, 4. — **Schenck**: Physikalische Chemie I, 3; Chemische Optik, 1 *g*; Übungen in physikalischer Chemie und Elektrochemie für Anfänger, 4; Großes Praktikum in physikalischer Chemie und Elektrochemie, tägl. — **Ehrlich**: Landwirtschaftliche Technologie I: Zucker, Stärke, Bäckerei, Fachs, mit Exkursionen, 2; Die chemischen Vorgänge in der Pflanze, 1 *g*; Chemische, biochemische und technische Arbeiten im landwirtschaftlich-technologischen Institut, für Anfänger und Fortgeschrittene, tägl. außer Sonnabend; Gasanalytische und chemisch-technische Untersuchungen, 4; Chemischer Einführungskursus für Landwirte, 3. — **v. Braun**: Analytische Chemie, 2; Besprechung selbständiger wissenschaftlicher Arbeiten für Fortgeschrittene, 1 *g*. — **Herz**: Chemische Verwandtschaftslehre, 2; Die physikalisch-chemischen Grundlagen der analytischen Chemie, 2; Die Grundlagen der Maßanalyse, 1; Anwendung der Maßanalyse, mit besonderer Berücksichtigung des Deutschen Arzneibuches, 1; Besprechungen zur qualitativen Analyse, 1 *g*. — **Meyer**: Entwicklung der Physik und Chemie in der neueren Zeit, 1; Theorien chemisch-technischer Prozesse, 1; Chemie der Metalle, 2; Gasanalytisches Praktikum (mit Arndt), 3; Physikalisch-chemisches Kolloquium (mit Sackur), 1 *g*. — **Sackur**: Einführung in die Chemie, 3; Physikalische Chemie II: Elektrochemie und Photochemie, 2; Kleines physikalisch-chemisches Praktikum, 3. — **Koenigs**: Über heterozyklische Verbindungen, 1; Ausgewählte Kapitel aus der organischen Chemie, 1. —

Sturm: Analytische Geometrie der Ebene, 3; Theorie der Verwandtschaften I, 3. — **Kneser**: Integralrechnung, 4; Wahrscheinlichkeitsrechnung, 2; Übungen des mathematisch-physikalischen Seminars, 2 *g*. — **Schmidt**: Theorie der reellen Funktionen II, 2; Theorie der analytischen Funktionen, 4; Übungen des mathematisch-physikalischen Seminars, 2 *g*. — **Schnee**: Algebra II, 4; Übungen für mittlere Semester, 3. — **Franz**: Mechanik des Himmels II: Gleichgewichtsfigur, Rotation, Präzession, Nutation, Libration, Saturnsringe, Kometenbildung, 4; Niedere Geodäsie oder Feldmeßkunde, 1; Astronomisches Kolloquium, 1 *g*; Astronomisches Seminar, Störungsrechnungen, 2 *g*. —

Technische Hochschule Breslau.

Lummer: Experimentalphysik: Magnetismus, Elektrizität, Optik, 5; Physikalisches Praktikum, 3. — **von dem Borne**: Die wissenschaftlichen Grundlagen der Luftschiffahrt, 2. — **Hilpert**: Elektrotechnik I, 4; Elektromaschinenbau I, 2; Übungen im Elektromaschinenbau und Apparatebau, 4; Elektrotechnisches Laboratorium I, 4, II, 4, III, 8. — **Euler**: Elektrotechnische Meßkunde, 2; Elektrische Kraftanlagen, 2, Übungen, 4. — **Grosse-Leege**: Telegraphie und Telephonie, 2. —

Stock: Allgemeine und anorganische Experimentalchemie, 5; Anorganisch-chemisches Praktikum, tägl.; Chemisches Kolloquium (mit Schenck und Semmler), 14tägig, 2 *g*. — **Semmler**: Organische Technologie, 3; Organisch-chemisches Praktikum, tägl. — **Schenck**: Physikalische Chemie I und II, 3; Physikalisch-chemisches Praktikum für Fortgeschrittenere, tägl.; Übungen in physikalischer Chemie und Elektrochemie, 4. — **Lüty**: Anorganisch-chemische Technologie, 4; Praktikum im Institut für anorganisch-chemische Technologie, tägl. — **Nauß**: Technische Gasanalyse, 1. —

Carathéodory: Höhere Mathematik I, 5, Übungen, 3; Ausgewählte Kapitel der Analysis, nach Verabredung. — **Hessenberg**: Darstellende Geometrie I, 4, Übungen, 4; Ausgewählte Kapitel der Geometrie und ihrer Anwendungen, nach Verabredung. — **Steinitz**: Höhere Mathematik III, 2, Übungen, 2, für Chemiker und Hüttenleute, 3, Übungen, 1. —

Technische Hochschule Brünn.

Jaumann: Allgemeine und technische Physik, $3\frac{1}{2}$; Theoretische Physik, $1\frac{1}{2}$; Physikalisches Praktikum (mit Lohr), 3. — **Szarvassi**: Grundzüge der Physik, 3; Elektrische Schwingungen und drahtlose Telegraphie, 2. — **Lohr**: Vektor- und Dyadenrechnung mit physikalischen Anwendungen, 2. — **Zickler**: Allgemeine Elektrotechnik, 5; Elektrotechnisches Praktikum II, 8. — **Niethammer**: Bau elektrischer Maschinen II, 3; Projektierung elektrischer Anlagen, einschließlich elektrische Arbeitsübertragung, 2; Elektrotechnische Konstruktionsübungen I, 10, II, 2. — **N. N.**: Elemente der Elektrotechnik, 2. — **Filepek**: Telegraphie und Telephonie, 2. —

Frenzel: Anorganische Chemie, 6; Analytische Chemie II, spezielle analytische Methoden, 2; Chemische Übungen I, 22, II, $19\frac{1}{2}$; Elektrochemisches Praktikum, 3; Physikalische Chemie II, 3. — **Hönig**: Organische Chemie II, 4; Agrikulturchemie, 3; Chemische Übungen aus Agrikultur- und Nahrungsmittelchemie, 11. — **N. N.**: Enzyklopädie der technischen Chemie, 3. — **Knöpfer**: Konstitutionsbestimmungen organischer Verbindungen, 2. — **Donath**: Chemische Technologie anorganischer Stoffe II, 3; Chemische Technologie organischer Stoffe I, 3; Chemische Technologie III: Anleitung zu chemisch-technischen Untersuchungen (mit Margosches), 2; Übungen im Laboratorium für chemische Technologie I, 20. — **Ulrich**: Chemische Technologie organischer Stoffe II, 4; Ausgewählte Kapitel aus der Chemie der aromatischen Verbindungen, 1; Übungen im Laboratorium für chemische Technologie II, insbesondere der Farb- und Faserstoffe, 14; Spezielle chemische Technologie der Farbstoffe, 1; Spezielle chemische Technologie der Faserstoffe, 1; Grundzüge der Textilchemie, 1. — **Margosches**: Chemische Technologie der organischen Kolloide, 2; Chemische Technologie der Fette, Mineralöle und Asphalte, 2; Technische Untersuchungsmethoden auf dem Gebiete der Fett- und Mineralölindustrie, 1. —

Tietze: Mathematik I, 7, Korrepetitionen, 1. — **Waelsch**: Mathematik I, 3, Korrepetitionen, 1; Darstellende Geometrie und konstruktives Zeichnen, 5, Übungen, 8. — **v. Schrutka**: Mathematik II 2, 3, Korrepetitionen, 1; Elemente der höheren Mathematik, 4, Korrepetitionen, 1. — **Benze**: Wahrscheinlichkeitsrechnung I,

in elementarer Darstellung, 2, II, mit Anwendungen, 3; Mathematische Statistik, 2. — **Fanta**: Versicherungsmathematik I, 2, Übungen, 1. — **Dell**: Technisches Zeichnen I, Übungen, 6; Elemente der Bauformenlehre, 2. — **Löschner**: Technisches Zeichnen II, 4; Situationszeichnen, 4; Niedere Geodäsie, 5; Vermessungsübungen (Zimmerübungen), $4^1/_2$; Höhere Geodäsie, 3. — **Musil**: Technisches Zeichnen: Maschinenzeichnen, 6. — **N. N.**: Mechanik II, 5, Übungen, 2; Ausgewählte Kapitel aus der Mechanik, 2; Mechanisches Seminar, für Fortgeschrittene, $1^1/_2$; Grundzüge der Elastizitäts- und Festigkeitslehre II, 5, Korrepetitionen, $1^1/_2$; Ausgewählte Abschnitte der Festigkeitslehre, $1^1/_2$. —

Universität Czernowitz.

v. Geitler: Experimentalphysik I, 5; Physikalisches Praktikum für Anfänger I, für Physiker und Mathematiker, 6, für Chemiker und Naturhistoriker, 3; Physikalische Übungen für Fortgeschrittene, 3; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten, tägl. *g*; Besprechung physikalischer Fragen (mit Radakovic und Conrad), 14 tägig, 2 *g*. — **Radakovic**: Mechanik, 5; Einführung in die Vektorenrechnung, 2 *g*; Seminar für mathematische Physik, 2 *g*. — **Conrad**: Grundlagen der allgemeinen Klimatologie, 4; Wetterprognose und Lesen von Wetterkarten, 1; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten, tägl. *g*. —

Pomeranz: Allgemeine Chemie I, 5; Chemische Übungen für Anfänger und Vorgeschrittene, tägl. außer Sonnabend; Physikalische Chemie (ausgewählte Kapitel), 2. — **Plemelj**: Differential- und Integralrechnung, 5; Seminar für Mathematik, 2 *g*; Proseminar für Mathematik, 2 *g*. — **Hahn**: Differentialgeometrie, 3; Variationsrechnung, 3, Übungen, 2 *g*; Proseminar für Mathematik: Mathematische Spiele, 2 *g*. — **Kruppa**: Darstellende Geometrie mit konstruktiven Übungen, 3. —

Technische Hochschule Danzig.

Zenneck: Experimentalphysik I: Mechanik, Wärme, Akustik, Optik, 5; Kleines physikalisches Praktikum, 8; Großes physikalisches Praktikum, tägl. — **Kalähne**: Einführung in das physikalische Praktikum: Optik, Magnetismus, Elektrizität, 1; Theoretische Ergänzungen zur Experimentalphysik, 2; Photographie und photographische Reproduktionsverfahren, 1, Übungen I und II, 3; Anleitung zu selbständigen wissenschaftlichen Arbeiten im photographischen Laboratorium, tägl. — **Roeßler**: Elektrotechnik II, 4; Elektrotechnisches Laboratorium II und III, 9; Projektierung elektrischer Anlagen, 2, Übungen, 4; Berechnung und Entwurf elektrischer Maschinen (mit Roth), 2, Übungen, 4. — **Grix**: Elektrische Hausinstallationen und Beleuchtungstechnik, 1; Elektrische Bahnen, 2, Übungen, 4; Schwachstromtechnik, 2. — **Roth**: Elektromaschinenbau, 1, Übungen, 4; Elektrotechnische Meßkunde, 2; Apparate und Schalttafelbau, 2, Übungen, 4. —

Ruff: Anorganische Experimentalchemie, 4; Chemisches Kolloquium (mit Krüger und Wohl), für Fortgeschrittene, 2 *g*; Praktikum im anorganisch-chemischen und elektro-chemischen Laboratorium, tägl. — **Wohl**: Organische Experimentalchemie I, 4; Praktikum im organisch-chemischen Laboratorium und Laboratorium für landwirtschaftliche Gewerbe, tägl. — **Krüger**: Physikalische Chemie I, 3; Einführung in die mathematische Behandlung der Naturwissenschaften, mit Übungen, 3; Kleines physikalisch-chemisches Praktikum I und II, 4; Großes physikalisch-chemisches Praktikum, tägl. — **Plato**: Quantitative chemische Analyse, 2. — **Jellinek**: Angewandte physikalische Chemie I und II, 2. —

v. Mangoldt: Höhere Mathematik I, 6. — **Lorenz**: Dynamik starrer Körper, 2, Übungen, 2; Festigkeitslehre und Hydraulik, 4, Übungen, 3. — **Schilling**: Darstellende Geometrie, 3, Übungen, 5. — **Sommer**: Höhere Mathematik II, 4, Übungen, 1; Potentialtheorie, 2. — **v. Brunn**: Theorie der Bahnbestimmung der Planeten und Kometen, 2. — **Pröll**: Theorie der Regulierung, 2, Übungen, 1; Aerodynamik, 2. — **Eggert**: Geodäsie I, 2, II, 2; Planzeichnen, Übungen, 2; Geodätisches Praktikum I und II, 2. —

Technische Hochschule Darmstadt.

Schering: Experimentalphysik: Mechanik der festen, flüssigen und gasförmigen Körper, Wärme, Geometrische Optik, Wellenlehre des Lichtes, Akustik, 5; Physikalisches Praktikum (mit Zeißig), 4 Nachmittage; Selbständige Arbeiten aus dem Gebiete der Physik (mit Zeißig), nach Verabredung; Mechanische Wärmetheorie, 2; Physikalisches Kolloquium (mit Zeißig), 1 *g*. — **Zeißig**: Experimentalphysik: Mechanik der festen, flüssigen und gasförmigen Körper, Wärme, Akustik, Optik, 4, Repetitorium, 1; Physikalische Meß- und Instrumentenkunde, 1 *g*; Grundzüge der seismischen Beobachtung, 1 *g*. — **Meisel**: Theorie der optischen Instrumente I, 2; Populäre Astronomie, 2. — **N. N.**: Photographische Übungen, 2. — **Wirtz**: Allgemeine Elektrotechnik I: Elemente der Elektrotechnik, 3; Elektrotechnische Meßkunde II: Anwendung auf die verschiedenen Gebiete der Elektrotechnik, 2; Übungen im elektrotechnischen Laboratorium (mit Sengel), 4 halbe Tage; Elektrische Wellen, 2. — **Kittler**: Allgemeine Elektrotechnik II: Gleich- und Wechselstromtechnik (Theoretischer Teil), 3, Übungen (mit Petersen), 2, Praktischer Teil, 2; Selbständige Arbeiten für vorgeschrittenere Studierende (Praktikum III) (mit Petersen), nach Verabredung. — **Sengel**: Konstruktion elektrischer Maschinen und Apparate, 3, Übungen, 3; Elektrische Licht- und Kraftanlagen, 2, Übungen, 2; Elektrische Bahnen, 2. — **Petersen**: Übungen im Hochspannungslaboratorium, 2; Ausgewählte Kapitel aus dem Gebiete der Gleichstrom- und Wechselstromtechnik, 1; Grundzüge der Hochspannungstechnik, 1. —

Wöhler: Anorganische Experimentalchemie, 4; Theoretische Chemie I, 2; Chemisches Praktikum für anorganische und physikalische Chemie (mit Heyl, Kolb und D'Ans), tägl. außer Sonnabend. — **Finger**: Organische Experimentalchemie, 4; Ausgewählte Kapitel aus der Chemie der Alkaloide, 2; Praktikum im Laboratorium für organische Chemie (mit Friedländer), tägl. außer Sonnabend. — **Kolb**: Analytische Chemie II: Quantitative Analyse, einschließlich Maßanalyse, 2; Analytische Chemie der seltenen Elemente, 1; Kolloquium über organische Chemie, 1. — **Heuser**: Organische Experimentalchemie, einschließlich Zellulosechemie und Teerfarbenchemie, 4; Organisch-chemisches Praktikum, nach Verabredung; Papier-Färberei-Praktikum, nach Verabredung. — **Friedländer**: Über Zwischenprodukte der Teerfarbenfabrikation, 1 *g*. — **Heyl**: Pharmazeutische Chemie, Organischer Teil, 2; Bakteriologie und Sterilisationstechnik, Übungen, nach Verabredung. — **Dieffenbach**: Elektrochemie, 2; Chemische Technologie, 4; Chemisches, chemisch-technisches und elektrochemisches Praktikum (mit Neumann und Moldenhauer), tägl. außer Sonnabend. — **Neumann**: Gasanalytische Methoden: Gasvolumetrie, Gasanalyse, mit Übungen, 2; Eisenhüttenkunde, 1; Brennstoffe, Verbrennungsvorgänge, Heiz- und Kraftgase, Feuerungskontrolle, 1, Übungen, 1. — **Moldenhauer**: Die Theorie der elektrolytischen Dissoziation, 2; Elektrochemische Übungen, 4. — **Vaubel**: Theoretische Chemie I, 2, Übungen, 3; Die physikalischen und chemischen Methoden der quantitativen Bestimmung organischer Verbindungen, 2; Chemie der Fette und Öle und daran anschließend Firnisse und Lacke, 1. — **D'Ans**: Heterogene Gleichgewichte vom Standpunkte der Phasenlehre, 2; Einführung zu den Übungen zur theoretischen Chemie, 1; Ausgewählte Kapitel aus der allgemeinen Chemie, 1. —

Graefe: Trigonometrie, mit Übungen, 3; Höhere Mathematik, 3, Übungen, 2; Geschichte der Mathematik, 1. — **Horn**: Höhere Mathematik I, einschließlich der Elemente der höheren Algebra, 6, Übungen, 4, II, 2, Übungen, 1. — **Dingeldey**: Höhere Mathematik I, einschließlich Elemente der höheren Algebra, 5, Übungen, 4; Theorie und Anwendung der Determinanten, 2. —

Schleiermacher: Rechenapparate und wissenschaftliches Rechnen, 2 *g*; Aerodynamik in Beziehung zur Luftschiffahrt, 2 *g*. — **Wiener**: Darstellende Geometrie I, 4, Übungen, 6, II, 2; Arbeiten im mathematischen Institut (mit Gay), 3. — **Müller**: Darstellende Geometrie I, 4, Übungen, 6; Geometrie der Bewegung, oder Geometrie der Lage, 2—3. — **Hohenner**: Geodäsie, 4; Höhere Geodäsie, 2; Geodätische Übungen I, 2; Geodätische Ausarbeitungen, 2; Wahrscheinlichkeits- und Ausgleichungsrechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate, 2; Praktische Geometrie, 2. — **N. N.**: Planzeichnen, 4. — **Gasser**: Aeronautik, 2; Katastertechnische Berechnungen, 1 *g*. — **Henneberg**: Technische Mechanik, 3, Übungen (mit Graefe), 2; Mechanik II, 6, Übungen (mit Graefe), 2; Hydrodynamik, 1. — **Blaß**: Ausgewählte Abschnitte aus der technischen Mechanik, 2. —

Technische Hochschule Dresden.

Hallwachs: Experimentalphysik I, 5; Physikalisches Praktikum I, 6 oder 3, II, einschließlich Laboratoriumstechnik, für Fortgeschrittene, 9; Praktikum für größere physikalische Arbeiten, 20; Physikalisches Kolloquium, Referate über neue Arbeiten (mit Helm und Toepler), 14 tägig, 1 *g*. — **Toepler**: Theoretische Physik IV: Optik, 3. — **Dember**: Beziehungen zwischen Elektrizität, Licht und Magnetismus vom Standpunkte der Elektronenlehre, 1. — **Görges**: Allgemeine Elektrotechnik II, 2; Theorie des Wechselstromes II, 2; Elektrotechnische Übungen für Geübtere, 8; Elektrotechnisches Praktikum für Maschinen-, Elektro- und Betriebsingenieure, 4, für Chemiker 4; Größere elektrotechnische Spezialarbeiten, Übungen, 20. — **Kübler**: Elektromaschinenbau II, 2, IV, 2; Elektrotechnische Konstruktionsübungen für Elektroingenieure, 12, für Maschinen- und Betriebsingenieure, 4; Heizer- und Maschinistenkursus für Studierende, nach Verabredung. — **Barkhausen**: Telephonie und Telegraphie: Wissenschaftliche Grundlagen, mit Demonstrationen, 2; Elektrische und mechanische Schwingungsvorgänge, mit Demonstrationen, 1; Praktikum für Schwachstromtechnik, insbesondere drahtlose Telegraphie, 14 tägig, 1. — **Möllering**: Telegraphen- und Fernsprechanlagen, 2. —

v. Meyer: Organische Chemie, 5; Organisch-chemisches Praktikum (mit v. Walther), tägl. außer Sonnabend; Kolloquium, freie Vorträge über wichtige Probleme der Chemie (mit Bucherer und v. Walther), 1 *g*. — **Hempel**: Chemische Großindustrie, 2; Metallurgie, 2. — **Foerster**: Anorganisch-chemisches Praktikum: Qualitative Analyse, 12, Gewichts-, Maß- und Gasanalyse, Präparate, tägl. außer Sonnabend; Physikalisch-chemisches und anorganisch-chemisches Kolloquium (mit Müller, Luther und Lottermoser), 1 *g*. — **Luther**: Photographie, 2; Photographisches Praktikum, für Anfänger und Vorgeschrittene, 4 und 8; Selbständige Arbeiten im wissenschaftlich-photographischen Institute, ganz- und halbtägig. — **Bucherer**: Chemie der Textilindustrie: Gewinnung der Spinnfasern und ihre Veredelung durch Bleicherei, Färberei, Zeugdruck und Appretur, 3; Chemie des Steinkohlenteers: Die Rohmaterialien und Zwischenprodukte für die Industrie der organischen Farbstoffe, 2; Einführung in die Praxis und Technik des Patentwesens, 1; Praktikum für Farbenchemie, 8; Praktikum für Farbenchemie bzw. für Färbereitechnik, tägl. außer Sonnabend; Praktikum für größere Arbeiten auf dem Gebiete der Farbenchemie bzw. Färbereitechnik, tägl. außer Sonnabend. — **Ernst Müller**: Allgemeine mechanische Technologie II, 3; Spinnerei, 3; Technologisches Praktikum für die Faserstofftechnik, für Anfänger, 12, für Fortgeschrittenere, 20. — **Erich Müller**: Elektrochemie, ihre Theorie und technische Anwendung, 2; Physikalische (theoretische) Chemie II, 3; Praktikum für Elektrochemie, 8; Praktikum für größere Arbeiten auf dem Gebiete der Elektrochemie und physikalischen Chemie, tägl. außer Sonnabend. — **Renk**: Nahrungsmittelchemie, 2; Wohnungshygiene, 1; Übungen im Untersuchen von Nahrungs- und Genußmitteln, tägl. außer Sonnabend; Praktikum für Nahrungsmittelchemiker, tägl. außer Sonnabend. — **Lottermoser**: Analytische Chemie auf Grundlage der Ionentheorie und des Massenwirkungsgesetzes, 1. — **v. Walther**: Chemie der Zuckerarten, 1; Chemie und Technologie der Zyanverbindungen, 1. — **Dietz**: Chemische Technologie der Tonwaren, 1. — **König**: Konstitutionsermittelung unter Berücksichtigung der physikalisch-chemischen Methoden, 1. — **Thiele**: Brennmaterialien, Theorie der Feuerungen, 1. —

Helm: Höhere Mathematik II, 4, Übungen, 2; Höhere Mathematik für die Hochbau- und Chemische Abteilung, 2; Dioptrik, 2; Wahrscheinlichkeits- und Kollektivmaßlehre, 2; Übungen zur Analytischen Mechanik, 1 *g*. — **Krause**: Höhere Mathematik IV, 3, Seminaristische Übungen (mit Naetsch), 1; Theorie der reellen Funktionen, 4; Mathematisches Seminar, 1 *g*. — **Grübler**: Technische Mechanik I, 4, Übungen, 14 tägig, 1, III, 2, Übungen, 14 tägig, 1. — **Ludwig**: Darstellende Geometrie II, 3, Übungen, 4, Perspektive, mit Übungen, 1; Prinzipielle Fragen der Elementar-Geometrie, 2. — **Naetsch**: Analytische Geometrie der Flächen 2. Grades, 3; Elementare Algebra und Analysis, 2. — **Heger**: Kartenentwurfslehre, 1. — **Pattenhausen**: Geodäsie I, 2, Übungen, 2, II, 3 und 2, Übungen, 2; Geodätische Ausarbeitungen, 2; Geodätische Rechenübungen, 2; Skizzieren geodätischer Instrumente, 2; Katastervermessung I, 2; Planzeichnen I, 2.—

Universität Erlangen.

Wiedemann: Experimentalphysik: Mechanik, Elektrizität, 5; Physikalisches Praktikum für Anfänger, 2; Physikalisches Halbpraktikum, 20; Physikalisches Vollpraktikum, 40; Physikalisches Kolloquium (mit Reiger und Würschmidt), 1 *g*. — **Reiger**: Theoretische Physik III, 4, Übungen, 1 *g*. — **Würschmidt**: Geschichte der Physik und Mathematik der älteren Zeit, 1; Einführung in die Vektorenrechnung, 1. —

O. Fischer: Anorganische Experimentalchemie, 5; Praktische Übungen im Chemischen Laboratorium: a) Analytisch-chemische Übungen, tägl. außer Sonnabend, b) Vollpraktikum, tägl. außer Sonnabend, c) Praktikum für Mediziner, 4. — **Busch**: Pharmazeutische Chemie, Organischer Teil, 3; Grundlagen der Nahrungsmittelchemie, 2; Chemisches Praktikum, Voll- und Halbpraktikum, tägl.; Pharmazeutisch-chemisches Praktikum I und II, tägl. außer Sonnabend; Nahrungsmittelchemisches Praktikum, Voll- und Halbpraktikum, tägl. außer Sonnabend; Kolloquium über neuere chemische Literatur (mit Jordis), 1 *g*. — **Henrich**: Chemie der Benzolderivate, 2; Darstellung organischer Präparate auf elektrochemischem Wege, 2. — **Jordis**: Spezielle anorganische Chemie, mit besonderer Berücksichtigung der Kolloide, 2; Physikalische Chemie: Elektrochemie, 2; Chemisches Seminar, 2; Elektrochemisches und physikalisch-chemisches Praktikum, 4; Gasanalyse, 2. —

Noether: Differential- und Integralrechnung I, 4, Übungen, *g*; Funktionentheorie, 4; Mathematisches Seminar, *g*. — **E. Fischer**: Analytische Geometrie I, 4, Seminar: Übungen, 1 *g*; Differentialgleichungen, 3; Ausgewählte Kapitel der höheren Algebra, 1; Seminar: Vorträge, nach Verabredung, *g*. — **Baldus**: Synthetische Geometrie, 4, Übungen, 1 *g*; Politische Arithmetik für Juristen, 1, Übungen, 1; Wahrscheinlichkeitsrechnung für Versicherungsmathematiker, 2, Übungen, 1. —

Physikalischer Verein Frankfurt a. M.

Wachsmuth: Experimentalphysik: Mechanik, 1; Elektrizitätsleitung in Gasen, 1; Physikalisches Kolloquium, 14 tägig, 1½; Kleines physikalisches Praktikum: a) Einführung in die Experimentalphysik, b) Einführung in die Meßmethoden, 8; Physikalisches Vollpraktikum für Fortgeschrittene: Anleitung zu selbständigen Arbeiten, tägl. — **Déguisne**: Magnetismus und magnetische Kreise, 1; Elektrische Beleuchtung, 1; Kleines elektrotechnisches Praktikum I: Meßtechnik und Photometrie, 4, II: Maschi-

nen und Transformatoren, 4; Großes elektrotechnisches Praktikum für Fortgeschrittene, tägl. — **Linke**: Allgemeine Klimakunde, 2; Geophysikalische Übungen, 2. — **Seddig**: Praktikum für wissenschaftliche Photographie, 8; Photographie, 1; Elektrische Erscheinungen in Metallen, 1; Einrichtungen und Anwendungen der Projektionsapparate mit praktischen Übungen, 14tägig, 2. —

Freund: Organische Experimentalchemie mit besonderer Berücksichtigung der Technologie, 2; Kleines chemisches Praktikum: Darstellung chemischer Präparate, Einführung in die qualitative und quantitative Analyse, Nahrungsmittelanalyse, 8; Großes chemisches Praktikum, tägl.; Einführung in das Praktikum der qualitativen Analyse (mit Speyer), 2; Färberei-chemisches Praktikum (mit Mayer), 2. — **Lorenz**: Einführung in die Physikalische Chemie I: Kurze Übersicht über das Gesamtgebiet, 2; Kleines Praktikum der physikalischen Chemie und Elektrochemie, 8; Großes Praktikum der physikalischen Chemie und Elektrochemie, tägl. — **v. Kapff**: Textilwaren, deren Rohstoffe, Verarbeitung und Eigenschaften, 3. — **Becker**: Angewandte Chemie und Bakteriologie in Industrie, Handel und Gewerbe, chemisch-technische Warenkunde, Ausgewählte Kapitel der kolonialen Technik, mit Exkursionen, 2; Kleines chemisches Praktikum: Übungen in der Untersuchung und Beurteilung von Handelswaren im chemischen Laboratorium, 5. — **Mayer**: Einführung in die anorganische Chemie auf elementarer Grundlage, 1. — **Fleischer**: Synthetische Methoden der organischen Chemie, 1.—

Schönflies: Über den Kreisel, 2; Ausgewählte Kapitel der höheren Mathematik ev. mit Übungen, 2. — **Brendel**: Versicherungsmathematik für Mathematiker, 2; Versicherungs-Seminar, 2. — **Berndt**: Allgemeine Maschinenlehre: Gewinnung und Verarbeitung des Eisens, Dampfkessel und Dampfmaschinen, Gas-, Benzin-, Petroleum- und Spiritusmotore, 2. —

Universität Freiburg i. Br.

Himstedt: Experimentalphysik: Mechanik, Akustik, Wärme, 5; Übungen aus der theoretischen Physik, 1 *g*; Physikalisches Kolloquium, 2 *g*; Physikalisches Praktikum (mit Reinganum), für Mediziner und Pharmazeuten, 1 Nachmittag, für Naturwissenschaftler, 2 Nachmittage; Anleitung zu selbständigen Arbeiten, tägl. — **Koenigsberger**: Theoretische Physik: Elektrizität und Magnetismus, mit Übungen, 3; Elektrische Strahlungen, 1; Wichtigste Formeln der Physik, mit Examinatorium, 1; Anleitung zu selbständigen Arbeiten mit Besprechung von Themata, tägl. — **Reinganum**: Kinetische Theorie der Gase, 2; Physik der Luftfahrt, einschließlich Ortsbestimmungen, 2; Anleitung zu selbständigen Arbeiten, tägl. — **Gaede**: Technisch-physikalisches Praktikum für Lehramtskandidaten: Übungen in der Selbstanfertigung physikalischer Apparate und in der Vorführung von Demonstrationsversuchen, 4 *g*; Anleitung zu selbständigen Arbeiten, tägl. — **Meyer**: Elektrochemie mit Demonstrationen, 2; Photographie mit praktischen Übungen und Demonstrationen, 2; Mechanische Wärmetheorie, 2; Physikalisch-chemisches Übungspraktikum, 3; Selbständige physikalisch-chemische Arbeiten, nach Verabredung. —

Gattermann: Anorganische Experimentalchemie, 5; Chemisches Praktikum: a) für Chemiker, tägl. außer Sonnabend, b) für Nichtchemiker, halbtägig (mit Willgerodt, Fromm, Meigen, Riesenfeld und Lenhard); Übungen im Experimentieren und Vortragen für künftige Lehrer der Chemie II, organisch (mit Lenhard), 2 *g*; Chemisches Kolloquium, 1 *g*. — **Willgerodt**: Organische Experimentalchemie, 5; Anorganische Technologie, 2. — **Edinger**: Ausgewählte Kapitel der Fettchemie, 2. — **Fromm**: Stereochemie, 2; Seminar für organische Chemie, 1. — **Meigen**: Quantitative Analyse, 2; Technische Analyse, 1; Übungen im Bestimmen von Mineralien auf chemischem Wege, 2. — **Riesenfeld**: Qualitative Analyse, einschließlich Spektral- und Mikroanalyse, 3, Übungen, 1; Übungen zur Einführung in die technische Elektrochemie, 2. — **Lenhard**: Didaktische Besprechung der organischen Chemie für Lehramtskandidaten und Nichtchemiker, 2, Repetitorium, 1. —

Heffter: Differential- und Integralrechnung I, 4, Übungen, 1 *g*; Höhere Algebra, 4; Seminar: Geometrische Fragen, 14tägig, 2 *g*. — **Stickelberger**: Analytische Geometrie des Raumes, 4, Übungen, 1; Zahlentheorie, 3. — **Seith**: Darstellende Geometrie, 2, Übungen, *g*. — **Loewy**: Einführung in die Theorie des Versicherungswesens, 3; Theorie der Differentialgleichungen, 4, Übungen, 1 *g*. — **Bolza**: Einführung in die Theorie der Funktionen einer komplexen Variabeln, 4, Übungen, 1 *g*. —

Universität Gießen.

König: Experimentalphysik II: Elektrizität, Optik, 5; Physikalisches Praktikum für Mathematiker und Naturforscher, 6, für Vorgeschrittene nach Vereinbarung, für Chemiker, Mediziner, Pharmazeuten und Landwirte, 3; Leitung selbständiger physikalischer Arbeiten, tägl.; Physikalisches Kolloquium (mit Fromme), 2. — **Fromme**: Elektromagnetische Theorie des Lichts, 2; Theoretisch-physikalische Übungen, 1; Mathematische Geographie und Elemente der Astronomie, mit Demonstrationen und Übungen, 1 1/2. — **Schmidt**: Kinetische Gastheorie, 2; Arbeiten für Vorgeschrittene aus dem Gebiet der Elektronenlehre, ganz- und halbtägig. — **Noack**: Physikalisches Praktikum für Handfertigkeit, mit Experimentierübungen, 3, 6 oder 9. — **Cermak**: Das Schwingungsproblem im gesamten Gebiete der Physik, 1. — **Peppler**: Kapitel aus der Physik der freien Atmosphäre, 1; Populäre Witterungskunde mit besonderer Berücksichtigung der Luftschiffahrt, 1. — **Jentzsch**: Wirkungsweise und Gebrauch der optischen Instrumente, für Naturwissenschaftler und Mediziner, mit Demonstrationen, 1. —

Naumann: Anorganische Experimentalchemie, 5 1/4; Praktische Übungen und Untersuchungen im chemischen Laboratorium, tägl.; Chemische Übungen für Mediziner, tägl. — **Möser**: Analytische Chemie II: Quantitative Analyse, 2. — **Feist**: Pharmazeutisch-chemische Präparate, organischer Teil, 2; Ausmittelung der Gifte, 2; Praktische Übungen und Untersuchungen im chemischen Laboratorium (pharmazeutisch und nahrungsmittelchemische), tägl. — **v. Liebig**: Chemie der Pflanzenstoffe: Einbasische Säuren, Fette und Kohlehydrate, 1; Grenzfragen der Chemie, 1 *g*. — **Beschke**: Die physikalisch-chemischen Methoden der organischen Chemie, 2. — **Elbs**: Chemisches Praktikum, tägl., für Landwirte, halbtägig; Elektrochemisches Praktikum, tägl.; Chemische Übungen für Mediziner (mit Brand), 5; Chemisches Kolloquium, 1 1/2 *g*; Organische Experimentalchemie, 4 1/2, Ergänzungsvorlesung, 1 *g*. — **Brand**: Chemische Technologie I: Technologie der anorganischen Stoffe, mit Exkursionen, 2; Physikalisch-chemische Übungen, 3. — **Thomae**: Kolloidchemie und Ultramikroskopie, 3/4. —

Schlesinger: Funktionentheorie, 3; Zahlentheorie, 2; Differential- und Integralrechnung, 4, Übungen, 1; Mathematisches Seminar, 14tägig, 1 1/2. — **Graßmann**: Projektive Geometrie der Ebene in analytischer Behandlung, 4, Übungen, 14tägig, 1; Darstellende Geometrie II, 3. —

Universität Göttingen.

Riecke: Experimentalphysik II: Magnetismus, Elektrizität und Wärme, 3; Praktische Übungen im Physikalischen Institut (mit Voigt, Simon, Bestelmeyer, Madelung, Rümelin, Försterling, Busch, v. Traubenberg), für Mathematiker und Physiker, 4, für Chemiker und Naturwissenschaftler, 4; Wissenschaftliche physikalische Arbeiten Vorgeschrittener (mit Voigt), tägl. außer Sonnabend; Mathematisch-physikalisches Seminar: Elektronentheorie der Metalle, 1. — **Voigt**: Vektoranalysis, 2 *g*; Elektrodynamik, 4. — **Wiechert**: Vermessungswesen, theoretischer Teil: Niedere und höhere Geodäsie, Markscheidekunst, Nautik, Rechnungsmethoden, 4; Geophysikalisches Praktikum, nach Verabredung, *g*; Mathematisch-physikalisches Seminar: Vorträge der Mit-

glieder über Fragen der Geonomie: Geophysik und Geodäsie, 1; Potentialtheorie, 4. — **Prandtl**: Wissenschaftliche Grundlagen der Luftfahrt, 3; Kolloquium über Fragen der Luftfahrttechnik, 1 *g*; Mechanikpraktikum (mit Kumbruch) I, für Anfänger, 3, II, für Fortgeschrittene, 3; Anleitung zu selbständigen Untersuchungen auf dem Gebiete der Mechanik, einschließlich Luftfahrttechnik und Wärmelehre, tägl. außer Sonnabend. — **Simon**: Einführung in die Elektrotechnik, mit Demonstrationen, insbesondere für Juristen usw., 2; Angewandte Elektrizitätslehre, 4; Die Lichtbogenentladung und ihre Anwendungen, 1 *g*; Elektrotechnisches Praktikum (mit Busch) I, 3, II, für Fortgeschrittene, 4; Anleitung zu selbständigen Untersuchungen auf dem Gebiete der angewandten Elektrizität, tägl.; Mathematisch-physikalisches Seminar: Vorträge der Mitglieder über Fragen der Angewandten Elektrizitätslehre, 2. — **Rümelin**: Einführung in die mathematische Behandlung der Naturwissenschaften, mit Übungen, 3. — **Bestelmeyer**: Praktikum der Elektronik und Radioaktivität für Fortgeschrittene, 3 Halbtage (mit v. Traubenberg). — **Nachtweh**: Einführung in Technologie und Technik, 1 ½. — **Hertz**: Kinetische Gastheorie, 2; Übungen zur Atomistik, 1 *g*. — **Reich**: Theorie der Meßmethoden der drahtlosen Telegraphie, 1. — **Winkler**: Übungen in physikalisch-technischer Handfertigkeit, 4. —

Wallach: Allgemeine Chemie I: Anorganische Experimentalchemie, 6; Chemische Übungen und wissenschaftliche Arbeiten im Laboratorium (mit Mannich, Kötz, Borsche, Sielisch und Wilke-Dörfurt), Voll- und Halbpraktikum, tägl. außer Sonnabend; Chemisches Kolloquium für Fortgeschrittene, 1 *g*. — **Tammann**: Physikalische Chemie, 3; Dreistoffsysteme, 1; Physikalisch-chemisches Praktikum für Anfänger, 4 Wochen; Physikalisch-chemische Arbeiten, ganz- und halbtägig; Kolloquium, 1 *g*. — **Zsigmondy**: Kolloidchemie, 1 *g*; Besprechung hervorragender Arbeiten auf dem Gebiete der anorganischen Chemie, 1; Praktikum der anorganischen und der Kolloidchemie, ganz- und halbtägig. — **Kötz**: Chemische Tagesfragen, 1; Konversatorium über Chemie, 1; Vorträge der Mitglieder im chemischen Seminar über Fragen der anorganischen Chemie, 1 *g*; Ausgewählte Kapitel aus der chemischen Technologie, mit Exkursionen, 1; Einführung in die chemische Technologie, mit Demonstrationen und Exkursionen, 1 *g*. — **Coehn**: Anwendungen der physikalischen Chemie auf technische Prozesse, 1; Photographisches Praktikum a) für Anfänger, b) für Fortgeschrittene, 3; Photochemische Arbeiten, ganz- und halbtägig. — **Mannich**: Pharmazeutische Chemie, organischer Teil, mit Experimenten, 4; Nahrungsmittelchemie, 1 ½; Praktische Übungen in pharmazeutischer, toxikologischer und Nahrungsmittelchemie, für Fortgeschrittene, tägl. außer Sonnabend; Kolloquium über pharmazeutische Chemie, 1 *g*. — **Borsche**: Organisch-chemisches Repetitorium für Fortgeschrittene, 1; Chemische Technologie der Teerdestillationsprodukte, 2. — **Sielisch**: Chemie der neueren Arzneimittel, 1; Chemische Besprechungen für Mediziner, 1 ½. — **Wilke-Dörfurt**: Analytische Chemie, 2; Vorkommen und Gewinnung der seltenen Elemente, 1. —

Klein: Über die Entwicklung der Mathematik im 19. Jahrhundert, 4; Mathematisch-physikalisches Seminar: Einführung in die moderne mathematische Literatur (mit Weyl), 2. — **Hilbert**: Einführung in die Theorie der partiellen Differentialgleichungen, 2; Mathematisch-physikalisches Seminar: Vorträge über Axiome der Physik, 2; Mathematische Grundlagen der Physik, 2. — **Runge**: Numerisches Rechnen mit Übungen, 6; Mathematisch-physikalisches Seminar: Vorträge der Mitglieder über ausgewählte Kapitel der Mechanik (mit Prandtl), 2 *g*. — **Landau**: Unendliche Reihen, insbesondere Fouriersche Reihen, 4; Mathematische Übungen für höhere Semester, 1. — **Hartmann**: Photometrie der Gestirne, 1; Astronomisches und astrophysikalisches Praktikum für Anfänger, 3; Leitung astronomischer und astrophysikalischer Arbeiten für Fortgeschrittene, 12; Astronomisches Seminar: Besprechung astronomischer Literatur und Vorträge der Studierenden (mit Ambronn), 2 *g*. — **Ambronn**: Theorie und Gebrauch der astronomischen Meßinstrumente, 2; Einzelne Kapitel aus der Geschichte der Astronomie, 1; Astronomische Übungen für Anfänger und für Lehramtskandidaten, 4—5; Leitung selbständiger astronomischer Arbeiten für Fortgeschrittene, tägl. — **Bernstein**: Mathematische Statistik (Biometrika) und Versicherungsmathematik, 3; Versicherungsrechnung mit Übungen, 2; Mathematisch-physikalisches Seminar: Vorträge der Mitglieder über ausgewählte Fragen der Wahrscheinlichkeitsrechnung und Versicherungsmathematik, 2. — **Toeplitz**: Differential- und Integralrechnung II, 4. Übungen, 2; Invariantentheorie, 2. — **Weyl**: Funktionentheorie, 4; Theorie der Integralgleichungen und ihre Verwendung in der mathematischen Physik, 3; Übungen für mittlere Semester, insbesondere über Funktionentheorie (mit Courant), 2. — **v. Sanden**: Darstellende Geometrie, 4, Übungen, 4. — **Courant**: Determinanten und ihre Anwendungen in der analytischen Geometrie, 4. — **Hecke**: Elementare Zahlentheorie, 4. — **Schimmack**: Ausgewählte Abschnitte der mathematischen Didaktik, 2. — **Born**: Energetik, 2. —

Universität Graz.

Benndorf: Experimentalphysik I, für Mediziner und Pharmazeuten, 3; Physik I: Allgemeine Physik und Mechanik, für Vorgeschrittene, 2; Physikalische Übungen I, für Chemiker und Naturhistoriker, 6 *g*, II, für Mathematiker und Physiker, 6 *g*; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten für Vorgeschrittene, tägl. außer Sonnabend, *g*; Physikalisches Konversatorium, 14tägig, 2. — **v. Pfaundler**: Ausgewählte Abschnitte aus der Geschichte der Physik, 1. — **Waßmuth**: Dynamik materieller Punkte und Punktsysteme, 4; Statistische Mechanik, 1; Seminar für mathematische Physik, 3 *g*. — **Streintz**: Elektrochemie, 2. — **v. Ficker**: Ausgewählte Kapitel aus der Physik der Erde, 2; Allgemeine Klimatologie, 2; Meteorologisches Konversatorium, 14tägig, 1; Anleitung zu Arbeiten für Vorgeschrittene, 5 *g*. —

Scholl: Allgemeine und anorganische Experimentalchemie, 5; Chemische Übungen für Anfänger, tägl. außer Sonnabend, für Lehramtskandidaten, halbtägig, für Mediziner, 4, für Vorgeschrittene, tägl. — **Kremann**: Physikalische Chemie I: Stöchiometrie, 2; Die physikalisch-chemischen Grundlagen der analytischen Chemie, 1; Physikalisch-chemisches Anfänger-Praktikum, 6; Physikalisch-chemisches Praktikum für Vorgeschrittene, tägl. — **v. Hemmelmayr**: Chemische Technologie der Metalle: Metallgewinnung, mit Exkursionen, 2. —

v. Dantscher: Analytische und projektivische Geometrie des Raumes, 5; Mathematisches Seminar I, 2 *g*. — **v. Daublebsky**: Differential- und Integralrechnung, 5; Elementarmathematik I, 2; Mathematisches Seminar, 2 *g*. — **Streißler**: Darstellende Geometrie III, 3. — **Hillebrand**: Sphärische Astronomie, 2; Bahnbestimmung der Planeten und Kometen, 3; Astronomische Refraktion und verwandte Erscheinungen, 1 *g*. —

Technische Hochschule Graz.

v. Ettingshausen: Physik, 5; Elektrotechnik, 3; Elektrotechnische Übungen, 8. — **Streintz**: Physik, für Chemiker; Mechanik, Optik und Wärmelehre, 5, für Geodäten: Mechanik und Geometrische Optik, 5. —

Emich: Anorganische Chemie, 7; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten im chemischen Laboratorium, für Vorgeschrittene, nach Verabredung; Anleitung zur mikrochemischen Analyse, nach Verabredung. — **Andreasch**: Qualitative chemische Analyse I, 2; Laboratoriumsunterricht und Übungen I, 14; Chemische Technologie der organischen Stoffe, 4; Laboratoriumsunterricht und Übungen in der Darstellung organisch-chemischer Präparate, 20; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten aus dem Gebiete der organischen Chemie und der chemischen Technologie organischer Stoffe, für Vorgeschrittene. — **B. Rei-**

nitzer: Quantitative chemische Analyse, 1, Seminar, 2; Laboratoriumsunterricht und Übungen, 20; Chemische Technologie der anorganischen Stoffe, 4; Laboratoriumsunterricht und Übungen in der anorganisch-technisch-chemischen Analyse, 20; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten aus dem Gebiete der anorganischen Chemie und der chemischen Technologie anorganischer Stoffe, für Vorgeschrittene. — **v. Cordier**: Die Stereochemie des Stickstoffes, 1; Über Radioaktivität und ihre Träger, 2. — **v. Hemmelmayr**: Enzyklopädie der technischen Chemie, 2. —

Hocevar: Mathematik I, 6, Übungen, 2. — **N. N.**: Elemente der höheren Mathematik, 4. — **v. Peithner**: Mathematik II, 4, Übungen, 2. — **Schüssler**: Darstellende Geometrie, 5, Repetitorium, 2, Übungen, 6, Seminarübungen, 2; Projektive Geometrie I, 3, Übungen, 3; Die Durchdringung von Flächen zweiten Grades, 2, Konstruktionsübungen, 2. — **Wittenbauer**: Allgemeine Mechanik, einschließlich der Elemente der graphischen Statik I, 4, Übungen, 3 und 2; Technische Mechanik I: Theorie der Elastizität, 4. — **Pöschl**: Konversatorium über Mechanik, 2; Einführung in die Theorie des Kreiseis und seiner technischen Anwendung, 2. — **Klingatsch**: Niedere Geodäsie, 4; Elemente der niederen Geodäsie, 4; Geodätische Zimmerübungen, $1^1/_2$ und 2; Höhere Geodäsie, 4; Geodätisches Seminar, 6; Situations- und Terraindarstellung, 4 und 2; Technisches Zeichnen, 4. —

Universität Greifswald.

Mie: Experimentalphysik II: Elektrizität und Magnetismus, Optik, 5; Physikalische Übungen für Naturwissenschaftler, 6; Leitung selbständiger physikalischer Untersuchungen, tägl.; Physikalische Experimentierübungen I: Handfertigkeitsübungen (mit Herweg), 2; Relativitätstheorie, 2 *g*; Besprechungen neuerer physikalischer Arbeiten (mit Starke), 2 *g*. — **Starke**: Theoretische Optik, 4, Übungen, 1 *g*; Physikalisches Praktikum für Mediziner und Pharmazeuten, 2. — **Schreber**: Physikalische Experimentierübungen II: Übungen im Zusammenbauen und Demonstrieren physikalischer Apparate, 2; Die absoluten Maße, 1; Die Eisenbahn, 1 *g*. — **Herweg**: Physikalische Messungen: Meßinstrumente, Fehlerrechnung, 1. —

v. Auwers: Organische Experimentalchemie, 5; Chemisches Praktikum (für Pharmazeuten und Nahrungsmittelchemiker mit Scholtz), tägl. außer Sonnabend; Schlußkapitel der anorganischen Experimentalchemie, 7 *g*. — **Scholtz**: Pharmazeutische Chemie (anorganischer Teil), 3; Ausmittelung der Gifte, 1; Pharmazeutisches Kolloquium, 1 *g*. — **Roth**: Einführung in die mathematische Behandlung einfacher naturwissenschaftlicher Probleme, 2; Physikalisch-chemische Übungen, $3^1/_2$ und $7^1/_2$; Besprechung von Aufgaben und ausgewählten Arbeiten, 1 *g*. — **Posner**: Synthetische Methoden der organischen Chemie, 2; Chemische Technologie II: Technologie der organischen Stoffe, mit Exkursionen, 2; Technologische Exkursionen, 2 *g*. — **Strecker**: Qualitative Analyse, 2; Chemisches Kolloquium für Mediziner, 2. — **Eisenlohr**: Teerfarbstoffe I, 1; Konstitutionsbestimmungen organischer Körper auf Grund physikalischer Methoden, 1. —

Engel: Differentialgeometrie: Theorie der Kurven und Flächen I, 4, Übungen, $1^1/_2$; Partielle Differentialgleichungen und Pfaffsches Problem, 4; Transformationsgruppen, 2 *g*. — **Vahlen**: Algebra, 4; Statik, insbesondere graphisch, 2 *g*, Übungen, 2. — **Blaschke**: Analytische Geometrie, mit Übungen, 5; Variationsrechnung, 2. —

Universität Halle.

Dorn: Experimentalphysik I: Mechanik, Akustik, Wärmelehre, 4; Theorie der Elastizität, 2 *g*; Physikalisches Laboratorium: a) Übungspraktikum, 6, b) Hauptpraktikum, 3, c) Arbeiten von Geübten, tägl. — **Schmidt**: Theorie des Magnetismus und der Elektrizität, 4; Physikalisches Kolloquium, 14tägig, 2 *g*; Demonstration grundlegender Versuche der Experimentalphysik, 2 *g*; Anleitung zu selbständigen physikalischen Arbeiten, tägl. — **Wigand**: Probleme der Luftfahrt und Meteorologie, mit Demonstrationen und Besichtigungen, 1; Physikalisches Handfertigkeitspraktikum, 3. — **Thiem**: Kursus der praktischen Photographie, 2. —

Vorländer: Allgemeine Experimentalchemie I: Anorganische Chemie, 5; Praktische Übungen im chemischen Laboratorium, tägl. außer Sonnabend; Chemisches Praktikum für Mediziner (mit Schulze), 4; Übungen in der Ausführung chemischer Schulversuche, 4 *g*. — **Schneidewind**: Agrikulturchemie I: Die Ernährung der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen, Bodenkunde und Düngerlehre, 4; Technologie der Kohlehydrate: Spiritusfabrikation, 1; Technologie der Kohlehydrate: Zuckerfabrikation, 1 *g*. — **Schulze**: Darstellung und Prüfung der Arzneimittel II, 2; Synthetische Arzneimittel, für Pharmazeuten und Chemiker, 1 *g*; Chemisches Praktikum für Pharmazeuten, tägl. außer Sonnabend; Übungen im Sterilisieren, für Pharmazeuten, *g*. — **Baumert**: Gerichtliche Chemie, 2; Die chemische Wasseranalyse, 1 *g*; Praktische Übungen im Laboratorium für Nahrungsmittelchemie, tägl. außer Sonnabend. — **Erdmann**: Chemische Technologie III: Salz, Elektrolyse, Glas, Keramik, Explosivstoffe, Verarbeitung organischer Rohstoffe, 2; Praktische Übungen im Laboratorium für angewandte Chemie, tägl. außer Sonnabend; Praktischer Kursus in Gasanalyse, Heizwertbestimmungen und technischer Analyse, 4. — **Tubandt**: Einführung in die physikalische Chemie, 2; Physikalisch-chemisches und elektrochemisches Praktikum, tägl. außer Sonnabend; Kleines physikalisch-chemisches Praktikum, 6; Physikalisch-chemisches Kolloquium (mit Wigand), 14tägig, 2 *g*. —

Wangerin: Analytische Geometrie des Raumes, 3; Die partiellen Differentialgleichungen der mathematischen Physik, 4; Übungen des mathematischen Seminars, 14tägig, 2 *g*; Ausgewählte Kapitel der Flächentheorie, 1 *g*. — **Gutzmer**: Integralrechnung, mit Übungen, 4; Darstellende Geometrie, mit Übungen, 4; Übungen des mathematischen Seminars, 14tägig, 2 *g*. — **Eberhard**: Algebraische Gleichungen, 4; Mathematisches Kolloquium, 14tägig, 2 *g*. — **Buchholz**: Grundlagen der theoretischen Astronomie, 2; Theorie der speziellen Störungen, 2. — **Bernstein**: Einführung in die technische Mechanik, 1 *g*. —

Technische Hochschule Hannover.

Precht: Experimentalphysik: Mechanik, Wärme, Schall, strahlende Energie, 4; Arbeiten im Laboratorium der Physik (mit Leithäuser), 4. — **Leithäuser**: Grundzüge der Physik, 3; Praktische Physik, 2; Photographie, 4. — **Kohlrausch**: Grundzüge der Elektrotechnik, 3; Theoretische Elektrotechnik, 4; Elektrotechnisches Laboratorium I (mit Brückmann, Bischoff und Ilmer), 8, II, nach Verabredung, III, für Maschineningenieure, 8; Elektrotechnisches Kolloquium, 14tägig, 2 *g*. — **Heim**: Elektrische Anlagen I: Einzelanlagen (mit Dreyer), 3, Übungen, 2; Entwerfen von elektrischen Maschinen und Transformatoren (mit Dreyer): Gleichstrommaschinen, 2, Übungen, 2; Elektrische Bahnen, elektrotechnischer Teil, 2; Elektrische Kraftübertragung, 2. — **Beckmann**: Praktische Elektrotechnik für Anfänger II, 1; Elektrotechnische Meßkunde I2, 2; Elektrische Apparate, 1 *g*. — **Brückmann**: Einphasen-Kollektormotoren, 1 *g*; Elektrotechnisches Seminar, 1. — **Humann**: Elektrische Kabel und ihre Verlegung, 1. —

Seubert: Anorganische Chemie, 4; Arbeiten im Laboratorium der anorganischen Chemie (mit Eschweiler, König und Struve), tägl. außer Sonnabend. — **Eschweiler**: Analytische Chemie, 3. — **Behrend**: Organische Chemie, 3; Arbeiten im Laboratorium der organischen Chemie (mit Ingebrigtsen und Nottbohm), tägl. außer Sonnabend. — **Decker**: Organisch-chemische Arbeitsmethoden, 1. — **Ost**: Grundzüge der chemischen Technologie, 2; Allgemeine chemische Technologie, 4, Übungen im Skizzieren, 2; Arbeiten im Laboratorium der techni-

schen Chemie (mit Albers), tägl. außer Sonnabend. — **Bodenstein**: Physikalische Chemie, 3; Elektrochemische Übungen (mit Meinecke), 4; Arbeiten im elektrochemischen Institut (mit Meinecke), tägl. außer Sonnabend; Übungen in der Elektroanalyse (mit Meinecke), 7. — **Bergius**: Die Bedeutung der physikalischen Chemie für die chemische und metallurgische Technik, mit Übungen, 2. — **Laves**: Grundzüge der Nahrungsmittelchemie, 2. —

Kiepert: Höhere Mathematik I (mit Prange), 6, Übungen, 2, Repetition, 1, III, 2; Ausgewählte Kapitel der Mathematik: Variationsrechnung, 2. — **Müller**: Höhere Mathematik IIA (mit Prange), 6, Übungen, 2; Ausgewählte Kapitel der Mathematik: a) Vektoranalysis, 1, b) Theorie und Anwendung der Reihen, insbesondere der Fourierschen Reihen, 2. — **N. N.**: Grundzüge der höheren Mathematik, 3, Übung, 1; Ausgewählte Kapitel der Elastizitätslehre, 1; Die Differentialgleichungen der technischen Mechanik, 1. — **Rodenberg**: Darstellende Geometrie (mit Richter, Culemeyer und Müll), 3, Übungen, 6, II, 3, Übungen, 6. — **Petzold**: Algebraische Analysis und Trigonometrie, 3. — **Weber**: Mechanik I: Grundzüge der Mechanik (mit Wickert und Bornemann), 3, Übung, 1, II: Dynamik und Hydrodynamik, 4, Übung, 1, III: Elastizitäts- und Festigkeitslehre, Statik der Baukonstruktionen, 3, Übung, 1. — **Oertel**: Geodäsie I: Praktische Geometrie (mit Petzold), 4, Übungen, 2, II: Ingenieur-Geodäsie, 2, Übungen, 2; Höhere Geodäsie, 2. —

Universität Heidelberg.

Lenard: Experimentalphysik: Mechanik, Akustik, Wärmelehre, 4; Physikalisches Praktikum (mit Becker), 6; Wissenschaftliche Arbeiten Fortgeschrittener im physikalischen und radiologischen Institut (mit Becker und Ramsauer), tägl. außer Sonnabend; Physikalisches Seminar und Kolloquium, 1 *g*. — **Pockels**: Theorie der Elektrizität und des Magnetismus, 4; Theoretisch-physikalische Übungen, 1 *g*; Einführung in die Relativitätstheorie (Kolloquium) (mit Böhm), 1 *g*. — **Becker**: Radiologie: Physik der Strahlungserscheinungen, insbesondere über den Mechanismus der Lichtemission, mit Demonstrationen, 2; Elektrizitätsleitung in festen Körpern, Flüssigkeiten und Gasen, 1. — **Müller**: Die atmosphärische Luft und ihre Bestandteile, 1. — **Ramsauer**: Strahlung und Lichtquantenhypothese, 1. — **Schmidt**: Photographisches Praktikum für Anfänger und für Vorgeschrittene, 2. —

Curtius: Experimentalchemie II: Organische Verbindungen, 4, Metalle, 2; Chemisches Praktikum für Anfänger und Geübtere auf den Gebieten der anorganischen, organischen, physikalischen, analytischen und pharmazeutischen Chemie (mit Jannasch, Knoevenagel, Trautz, Stollé, Darapsky, Ebler, Muckermann und Müller), tägl. außer Sonnabend, für Mediziner, halbtägig. — **Jannasch**: Gewichtsanalyse, 2; Chemische Untersuchung der Nahrungs- und Genußmittel, 1; Gasanalytisches Praktikum (mit Ebler), 4; Analytisches Praktikum zur Untersuchung der Nahrungs- und Genußmittel, 5. — **Knoevenagel**: Chemie der Benzolderivate, 3; Chemie und Technologie der Teerfarbstoffe, 2; Praktische Anwendung organischer Farbstoffe in der Färberei und Druckerei der Textilfasern, nach Verabredung. — **Trautz**: Physikalische Chemie und Elektrochemie, 3; Chemische Reaktionsgeschwindigkeit und Katalyse, 2; Praktische Einführung in die physikalische Chemie und Elektrochemie, 4—6 Wochen. — **Krafft**: Anorganische Chemie, 4; Praktisch-chemische Übungen und Arbeiten im Laboratorium, tägl. außer Sonnabend; Chemisches Anfängerpraktikum, 5 oder 3 Halbtage; Ferienkurse: Chemisches Praktikum, 4 Wochen. — **Dittrich**: Neuere Methoden der Mineral- und Gesteinsanalyse, 1; Chemisches Praktikum für Anfänger und Nichtchemiker, sowie für Vorgeschrittenere, mit Übungen im Experimentieren, tägl. außer Sonnabend; Übungen in Elektroanalyse: Ruhende und Schnellelektroanalyse, 2; Ferienkurse: Chemisches Praktikum in analytischer und organischer Chemie, 4 oder 5 Wochen. — **Stollé**: Pharmazeutische Chemie II (organisch), 3; Qualitative Analyse, 2; Synthetische Methoden der organischen Chemie, 2. — **Mohr**: Stereochemie, 1. — **Darapsky**: Geschichte der Chemie, 2; Repetitorium der organischen Chemie, 2. — **Ebler**: Radioaktivität und radioaktive Substanzen II, 1; Gasanalyse und Gasvolumetrie, 1. — **Muckermann**: Analytische Methoden offizineller Arzneimittel, 2; Wasser- und Harnanalyse, 1. —

Koenigsberger: Höhere Algebra: Theorie der Gleichungen, 4; Differential-Integralrechnung II, 3; Übungen im mathematischen Unter- und Oberseminar, 2. — **Wolf**: Spektralanalyse, 3. — **Cantor**: Differential- und Integralrechnung, 4, Übungen, 1 *g*; Elementare Arithmetik, Zahlentheorie und Algebra, 2. — **Koehler**: Synthetische Geometrie, 4. — **Boehm**: Einführung in die Differential- und Integralrechnung, 4. — **Bopp**: Potentialtheorie, 2. — **Kopff**: Übungen zur Bahnbestimmung, 1. —

Universität Innsbruck.

v. Schweidler: Experimentalphysik I, 5; Physikalisches Praktikum, 6; Praktische Übungen für Mediziner, 2 *g*; Wissenschaftliche Arbeiten Vorgeschrittener, tägl. *g*; Besprechung neuerer Arbeiten aus dem Gebiete der Radioaktivität und Ionentheorie (mit v. Lerch), 1 *g*. — **Tumlirz**: Theoretische Mechanik, 5; Übungen im mathematisch-physikalischen Seminar, 2 *g*. — **v. Lerch**: Physik für Pharmazeuten, 5. — **Tollinger**: Einleitung in die Physik des Bodens, 2. — **Hammerl**: Elektrische Energieverteilung: Licht und Kraft, Niederspannungs- und Hochspannungsanlagen, 2 *g*. — **Exner**: Meteorologie, 3; Theorie des Erdmagnetismus, 1; Physikalische und meteorologische Grundlagen der Luftschiffahrt, 1. —

Brunner: Allgemeine Chemie I: Anorganische Chemie, 5; Praktische Übungen im chemischen Laboratorium für Chemiker und Pharmazeuten, tägl. außer Sonnabend, für Lehramtskandidaten, halbtägig. — **Hopfgartner**: Elektrochemie, 2; Grundzüge der Thermochemie (Fortsetzung), 1; Über thermische Analyse, 1. — **Zehenter**: Chemische Technologie der pflanzlichen Rohstoffe mit besonderer Berücksichtigung der Bedürfnisse des Nahrungsmittelchemikers, 2 *g*. —

Gmeiner: Analytische Geometrie, 5; Übungen im mathematischen Seminar, 2 *g*. — **Zindler**: Anwendung der Differentialrechnung und der Integralrechnung auf Geometrie und Bewegungslehre, mit Übungen, 6; Mathematisches Seminar für Anfänger: Einführung in die Differentialrechnung an der Hand eines Textes, 1. — **Menger**: Elemente der projektiven Geometrie, 2 *g*. — **Prey**: Bahnbestimmung von Kometen und Planeten, 3; Theorie der Finsternisse, 2. —

Universität Jena.

Wien: Experimentalphysik II: Elektrizität und Magnetismus, Optik, 4; Physikalisches Praktikum (mit Baedeker): a) für Mathematiker und Physiker, 6, b) für Chemiker, Pharmazeuten, Mediziner, 4; Leitung physikalischer Spezialuntersuchungen (mit Auerbach, Straubel, Baedeker und Pauli), tägl.; Physikalisches Kolloquium, *g*. — **Auerbach**: Thermodynamik, 3, Übungen, 1; Die Entwicklung der Physik im 19. Jahrhundert, zugleich eine Übersicht der Tatsachen, Gesetze und Theorien, 1 1/2. — **Straubel**: Abbildungstheorie, 1. — **Ambronn**: Einleitung in die Theorie des Mikroskops, 2; Übungen in der Handhabung des Mikroskops und seiner Nebenapparate, 2; Mikrophotographie und Projektion, 1. — **Baedeker**: Experimentalphysik IV, für Fortgeschrittene, 2. — **Vollmer**: Einführung in die Gleich- und Wechselstromtechnik, 2; Elektrotechnische Meßkunde, 1; Landwirtschaftliche Maschinen I, 1; Elektrotechnisches Praktikum, 3; Praktikum für Fortgeschrittene, tägl. — **Pauli**: Grunderscheinungen der Metalloptik, 1. —

Knorr: Allgemeine Experimentalchemie II: Organische Chemie, 5; Chemisches Praktikum im analytischen

Laboratorium (mit Wolff), Voll- und Halbpraktikum, tägl., Mediziner-Vollpraktikum, 6, Mediziner-Halbpraktikum, 3; Chemisches Praktikum im organischen Laboratorium und Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten (mit Schneider), 40. — **Wolff**: Analytische Chemie, 3; Elektrolyse und elektrolytisches Praktikum, 2. — **Immendorff**: Agrikulturchemie: a) Pflanzenernährungslehre, 3, b) Tierernährungslehre, 2; Moor und Moorkultur, 1; Chemisches Praktikum für Landwirte: a) Kleines, 7, b) Großes, tägl.; Agrikulturchemisches Seminar für Fortgeschrittene, 2 *g*. — **Vongerichten**: Chemische Technologie, organischer Teil: Brennstoffe und Teerfarbstoffe, 2; Technisch-chemisches Praktikum, tägl.; Technisch-chemischer Kursus für Nationalökonomen und Juristen, 4. — **Matthes**: Pharmazeutische Chemie I: Anorganische Chemie, 3; Pharmazeutisch-chemisches Halbpraktikum, Untersuchung und Darstellung pharmazeutischer Präparate, Ausmittelung der Gifte; Praktische und theoretische Übungen aus dem Gebiete der Nahrungsmittelchemie. — **Marc**: Grundlagen der physikalischen Chemie I, mit Übungen, 2; Elektrochemisches Praktikum, 3; Anleitung zum selbständigen Arbeiten auf physikalisch-chemischem Gebiete, ganz- bzw. halbtägig. — **Schneider**: Chemie der aromatischen Verbindungen, 1. —

Thomae: Gewöhnliche Differentialgleichungen, 5. — **Haußner**: Raumkurven und krumme Flächen, 4; Differential- und Integralrechnung II, mit Übungen, 5; Analytische Geometrie des Raumes, 4, Proseminar, 2 *g*; Mathematisches Seminar, 1 *g*. — **Frege**: Analytische Mechanik, 4; Begriffsschrift, 1 *g*. — **Knopf**: Methode der kleinsten Quadrate, 3; Mathematische Geographie, 2. — **Winkelmann**: Darstellende Geometrie, 4, Übungen, 2; Übungen zur Theorie der gewöhnlichen Differentialgleichungen, 1. — **Thaer**: Einführung in die höhere Mathematik, 2. —

Technische Hochschule Karlsruhe.

Lehmann: Physik, 4, Ergänzende Demonstrationen, 2; Physikalisches Laboratorium (mit Sieveking), 6; Seminar für Experimentalphysik, 2 *g*; Anleitung zu selbständigen Arbeiten im physikalischen Laboratorium, nach Verabredung. — **Sieveking**: Einführung in die mathematische Physik, 3; Repetitorium der Physik, 2; Elektronentheorie, 1. — **Richter**: Dynamobau I: Allgemeiner Teil und Gleichstrommaschinen, 2, II: Synchronmaschinen und Umformer, 2; Wechselstrom-Kommutatormotoren, 1; Übungen im Konstruieren elektrischer Maschinen und Apparate, 4; Elektrotechnisches Laboratorium II, 6; Exkursionen zur Besichtigung elektrischer Anlagen, nach Verabredung. — **Schleiermacher**: Grundlagen der Elektrotechnik und Meßkunde, 3; Theoretische Elektrizitätslehre, 3; Elektrotechnisches Laboratorium I, 6. — **Teichmüller**: Allgemeine Elektrotechnik, 2; Elektrotechnisches Seminar, 2; Elektrische Leitungen und Verteilung elektrischer Energie, 2, Übungen, 2; Energieversorgung des Landes, 1. — **Hallo**: Theorie der Wechselströme II, einschließlich Transformatoren und Induktionsmotoren, 3. — **Hausrath**: Schwachstromtechnik, 2 *g*; Drahtlose Telegraphie, 2; Ausgewählte Kapitel der angewandten Elektrizitätslehre, 1. — **Schwaiger**: Elektromotorische Betriebe I: Elektrische Bahnen, 2; Elektrische Kraftwerke und Schaltanlagen, 2, Übungen, 2; Hochspannungstechnik, 1. — **Schmidt**: Photographisches Praktikum, mit Vorträgen über die Theorie der Photographie, ferner Darstellung lichtempfindlicher Präparate, 4. — **Schultheiß**: Meteorologie: Klimatologie, 1. —

Engler: Anorganische Experimentalchemie, 4; Organisch-chemisches Kolloquium (mit Franzen), 1; Ausgewählte Kapitel der theoretischen Chemie, 1; Chemisches Laboratorium, tägl. außer Sonnabend. — **Bunte**: Chemische Technologie I, 2, II, 2; Metallurgie, 1; Brennstoffe und industrielle Feuerungen, 1; Übungen in der technischen Analyse (mit Eitner), für Chemiker, 4, für Maschineningenieure, 3, für Vorgerücktere, tägl.; Gaschemische Übungen, 2; Arbeiten im chemisch-technischen Laboratorium, tägl. außer Sonnabend; Technologische Exkursionen. — **Bredig**: Physikalische Chemie I, 2; Überblick über die theoretische und technische Elektrochemie, 2; Physikalisch-chemisches und elektrochemisches Kolloquium für Vorgeschrittene, 2; Physikalisch-chemisches und elektrochemisches Laboratorium, tägl. außer Sonnabend; Physikalisch-chemischer und elektrochemischer Einführungskurs. — **Askenasy**: Prozesse der elektrochemischen Großindustrie II und Bau und Betrieb der Akkumulatoren, 2. — **Dieckhoff**: Organisch-pharmazeutische Chemie, 2; Gerichtliche Chemie, 2. — **Eitner**: Methoden der technischen Analyse, 2; Ausgewählte Kapitel der technischen Analyse, 1; Spezielle Technologie der Gasbeleuchtung I und II, 1, Übungen, 4. — **Franzen**: Organische Chemie II, 2. — **N. N.**: Photochemie, 2. — **Koenig**: Analytische Chemie II: Physikalisch-chemische Grundlagen der Analyse, 2. — **N. N.**: Einteilende Vorträge am Beginn jedes Einführungskurses in physikalische Chemie und Elektrochemie: Physikalisch-chemische Meßmethoden, 1. — **Rupp**: Chemische und mikroskopische Untersuchung von Nahrungs- und Genußmitteln sowie Gebrauchsgegenständen, 2. — **Skita**: Chemie der Faserstoffe und Farbstoffe I, 2, Übungen (mit Lindner), 2. — **Steinkopf**: Methoden der organischen Chemie, 1; Chemie der heterozyklischen Verbindungen I und II, 1. — **Ubbelohde**: Industrie des Petroleums, der Fette und Harze, 2; Chemie der Gase, 2. —

Disteli: Darstellende Geometrie I und II, 4, Übungen, 4; Graphische Statik, 2, Übungen, 2. — **Heun**: Mechanik I und II, 4, Übungen, 2; Mechanisches Seminar, 3 *g*. — **Krazer**: Höhere Mathematik II, 3; Funktionentheorie, 2. — **Stäckel**: Höhere Mathematik I, 6, Übungen, 2. — **Mohrmann**: Übungen in den Grundlehren der höheren Mathematik, 2; Arithmetik und Algebra, 2, Übungen, 1; Ebene und sphärische Trigonometrie, 2, Übungen, 1. — **Noether**: Elemente der Mechanik, 3, Übungen, 1. — **Vogt**: Elementare und analytische Geometrie der Ebene und des Raumes I und II, 2, Übungen, 1; Kinematische Geometrie, 2. — **Haid**: Praktische Geometrie, 3; Höhere Geodäsie, 3; Geodätisches Praktikum I, 2 und 3; Methode der kleinsten Quadrate, 2. — **Bürgin**: Katastervermessung II, Feldbereinigung, 2, Übungen, 2; Repetitorium der praktischen Geometrie, 2; Plan- und Terrainzeichnen, 2 und 4; Ausarbeitung der großen geodätischen Exkursion, 2. — **Stutz**: Organisation der Katastervermessung, 2, Übungen, 1. —

Universität Kiel.

Dieterici: Experimentalphysik I: Mechanik, Akustik, Wärme, 5; Physikalisches Praktikum: a) für Mediziner und Pharmazeuten, 3, b) für Naturwissenschaftler und Mathematiker, 8, c) für Fortgeschrittene, tägl. — **Weber**: Einleitung in die theoretische Physik: Mechanik und Optik, 4; Theorie physikalischer Meßapparate mit anschließenden Übungen, 1; Photometrie, 1; Ausgewählte physikalische Messungen und Untersuchungen, tägl. außer Sonnabend. — **Zahn**: Kinetische Gastheorie, 1. — **Martienssen**: Einführung in die Elektrotechnik, 2. —

Harries: Organische Experimentalchemie, 4; Chemisches Praktikum I (mit Mumm), tägl. außer Sonnabend, II, tägl.; Chemische Gesellschaft (mit Feist, Mumm, Rügheimer, Preuner und Stark), 2 *g*. — **Stoehr**: Ausgewählte Kapitel der organischen Chemie, 1. — **Stark**: Heterozyklische Verbindungen und Alkaloide, 1; Übungen in der praktischen Anwendung von Farbstoffen, 2. — **Berend**: Repetitorium der organischen Chemie für Mediziner, 1; Kolloquium der organischen Chemie für Naturwissenschaftler, 1 *g*. — **Mumm**: Chemie der Metalle, 3. — **Preuner**: Einführung in die physikalische Chemie, 2; Elektroanalytische Übungen, 2 bis 3 Wochen. — **Feist**: Technische Metallurgie, 2; Chemische Technologie der Säuren, Alkalien, Soda usw. (chemische Großindustrie), 1. — **Rügheimer**: Pharmazeutische Chemie (anorganisch), 3; Über die Alkaloide und deren Ermittelung bei Vergiftungsfällen, 1, Ergänzung, *g*; Pharmazeutisch-chemisches Praktikum, tägl. außer Sonnabend. —

Pochhammer: Analytische Geometrie des Raumes, 4; Differentialgleichungen mit einer unabhängigen Variabeln, 4; Übungen im mathematischen Seminar, 1 *g*. — **N. N.**: Zahlentheorie, 4; Variationsrechnung, 4; Seminaristische Übungen, 1 *g*. — **Dehn**: Integralrechnung, 4; Projektive Geometrie, 3; Übungen und Vorträge aus der angewandten Mathematik (mit Neuendorff), 1 *g*. — **Neuendorff**: Darstellende Geometrie II mit Zeichenübungen, 3. — **Harzer**: Theorie der Bahnbestimmungen, 3; Übungen, 1 *g*. — **Kobold**: Theorie der Finsternisse, 2, Übungen, nach Verabredung *g*. — **Wilkens**: Ausgewählte Kapitel der Theorie der Planetenbewegungen, 1. —

Universität Königsberg.

Kaufmann: Experimentalphysik II: Optik, Magnetismus, Elektrizität, 5, Ergänzungen, 1 *g*; Licht und Farben, 1 *g*; Physikalisches Kolloquium, 2 *g*; Physikalische Übungen, 2 oder 6; Anleitung zu selbständigen Arbeiten, tägl. — **Volkmann**: Theorie der Elektrizität und des Magnetismus, 4, Seminar: Ergänzungen und Übungen, 1 *g*; Mathematisch-physikalisches Laboratorium: a) Physikalisch-praktische Übungen und Arbeiten für Anfänger und Vorgerückte, 6, b) Leitung großer spezieller Arbeiten, ganztägig. — **Hoffmann**: Molekularphysik, 1. — **Schröder**: Einführung in die Maschinenkunde II, 2; Besichtigung industrieller Anlagen, *g*. —

Klinger: Allgemeine und anorganische Chemie, 4; Besprechung neuerer Arbeiten (mit Benrath und Blochmann), 1 *g*; Übungen im chemischen Laboratorium (mit Benrath und Blochmann), tägl. außer Sonnabend; Chemisches Praktikum für Mediziner, 2 Nachmittage. — **Blochmann**: Analytische Chemie I: Qualitative Analyse, 2; Maschinelle Hilfsmittel der chemischen Technik, 1 *g*. — **Benrath**: Einführung in die physikalische Chemie, 2; Heterozyklische Verbindungen und Terpene, 2; Justus Liebig und seine Zeit, 1 *g*. — **Rupp**: Pharmazeutische Chemie, 2; Untersuchung von Trinkwasser und Harn, 1; Arzneimittelprüfung, 1 *g*; Übungen im pharmazeutisch-chemischen Laboratorium, tägl. außer Sonnabend. — **Stutzer**: Untersuchung der Nahrungs- und Genußmittel, 2. —

Meyer: Einleitung in die höhere Algebra, 4, Übungen, 1 *g*; Integralrechnung, 4, Übungen, 1 *g*. — **Faber**: Theorie der Funktionen einer komplexen Veränderlichen, 4; Ausgewählte Kapitel der Geophysik: Gestalt der Erde, Ebbe und Flut, Erdbeben (mit Bieberbach), 2 *g*; Mathematisches Seminar (mit Bieberbach), 2 *g*. — **Bieberbach**: Ausgewählte Kapitel der höheren Mathematik: Fouriersche und andere Reihenentwicklungen, gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen usw., mit besonderer Berücksichtigung der Anwendungen, 3; Zwanglose Vorträge über die Probleme der modernen mathematischen Forschung, 2 bis 3 *g*. — **Th. Kaluza**: Analytische Geometrie des Raumes, 4, Übungen, 1 *g*; Wahrscheinlichkeitsrechnung, 2. — **Battermann**: Methode der kleinsten Quadrate, mit Rücksicht auf die Praxis, 1 *g*; Sphärische Astronomie, 2. —

Universität Leipzig.

Wiener: Experimentalphysik II: Magnetismus, Elektrizität, Licht, 5, Mathematische Ergänzungen, 1; Selbständige physikalische Arbeiten für Vorgeschrittene (mit Scholl und Füchtbauer), tägl.; Physikalisches Praktikum (mit Füchtbauer), 3, 6 oder 9, für Mediziner und Pharmazeuten (mit Scholl und Füchtbauer), 3; Physikalisches Kolloquium (mit Des Coudres), 2 *g*. — **Des Coudres**: Thermodynamik: Mechanische Wärmetheorie, 4; Selbständige physikalische Arbeiten für Vorgeschrittene (mit Fredenhagen), tägl. — **Bjerknes**: Hydrodynamische Kraftfelder mit Demonstrationen, 1 *g*. — **v. Oettingen**: Das duale Harmoniesystem, 1. — **Scholl**: Elektrotechnik, mit einfachen Übungen, 2. — **Marx**: Elektrizitätsleitung in Gasen, mit Experimenten, 1; Radioaktivität, mit Experimenten, 1. — **Fredenhagen**: Elektromagnetische Schwingungen und drahtlose Telegraphie und Telephonie, 1. — **Jaffé**: Repetitorium der theoretischen Physik, 2. — **Lilienfeld**: Physikalische Grundlagen der Anwendungen von Strahlungen in der Medizin: Licht-, Röntgen-, Radiumstrahlen, 1 *g*. — **Füchtbauer**: Spektroskopie, mit Experimenten, 1. —

Hantzsch: Organische Chemie, 5; Analytisch-chemisches Praktikum (mit Schaefer), tägl.; Anorganisch-chemisches Praktikum (mit Schaefer), 6; Pharmazeutisch-chemisch-toxikologisches Praktikum mit Sterilisierkurs (mit Schaefer), tägl.; Chemisches Praktikum für Studierende der Medizin und der Zahnheilkunde (mit Schaefer), 6; Chemisches Vollpraktikum für Fortgeschrittene (mit Stobbe, Rassow, Schaefer und Reddelien), tägl. — **Le Blanc**: Physikalische Chemie, ausschließlich Elektrochemie, 4; Physikalisch-chemisches Praktikum für Fortgeschrittene (mit Böttger und Drucker), tägl.; Photochemisch-photographisches Praktikum (mit Schaum), tägl.; Chemisches Praktikum: Analytische und präparative anorganische und organische Arbeiten (mit Böttger), tägl.; Physikalisch-chemischer Einführungskurs: Darstellung elektrochemischer Präparate (mit Schall und Drucker), 4 oder 8; Photochemische Übungen: Spektralanalyse, Photographie, Photometrie, Mikroskopie (mit Schaum), 4; Übungen in Elektroanalyse mit besonderer Berücksichtigung der Schnellmethoden (mit Böttger), halbtägig; Physikalisch-chemisches Kolloquium (mit Schaum, Böttger und Drucker), 1½. — **Paal**: Anorganische Chemie mit besonderer Berücksichtigung ihrer Anwendung, 5; Chemisches Praktikum (mit Deussen, Scheiber, Sieverts und Waentig), tägl.; Arbeiten auf dem Gebiete der Nahrungsmittelchemie, tägl.; Pharmazeutisch-chemisch-toxikologisches Praktikum (mit Deussen und Scheiber), tägl.; Chemisches Praktikum für Ärzte und Zahnärzte (mit Waentig), 6; Chemisches Vollpraktikum für Vorgerücktere (mit Heller, Deussen, Scheiber, Sieverts und Waentig), tägl.; Chemisch-technisches Praktikum (mit Heller), tägl.; Übungen im Sterilisieren für Pharmazeuten (mit Deussen), *g*. — **Stobbe**: Die heterozyklischen Verbindungen, mit besonderer Berücksichtigung der Farbstoffe, 1; Mehrkernige aromatische Verbindungen: Gruppe des Diphenyls, der Polyphenylmethane, des Naphthalins, Anthrazens usw., 1. — **Wagner**: Experimentelle Einführung in die Chemie auf physikalischer Grundlage, 1 *g*; Chemisches Praktikum für Lehrer: Schulversuche, Analyse und Präparate, tägl.; Didaktische Besprechungen: Elektrochemie, 1 *g*. — **Rassow**: Chemische Technologie, organische Betriebe: Zucker, Stärke, Gärungsgewerbe, Fette und Öle, mit Exkursionen, 2; Ausgewählte Betriebe der chemischen Industrie, mit Demonstrationen und Exkursionen, 2; Chemisch-technisches Praktikum, tägl. — **Schaum**: Optische Demonstrationen: Mikroskopie, Ultramikroskopie, Spektroskopie usw., 1. — **Schall**: Ausgewählte Kapitel der elektrochemischen Technik, 1. — **Böttger**: Analytische Chemie: Übersicht über das Gesamtgebiet: Qualitative, Maß- und Gewichtsanalyse, Spektral- und Mikroanalyse, physikalisch-chemische Methoden, mit Demonstrationen, 2. — **Heller**: Allgemeine und angewandte Chemie, organischer Teil, 2. — **Drucker**: Chemische Kinetik: Reaktionsgeschwindigkeit und Katalyse, 1. — **Deussen**: Die chemischen Präparate des Deutschen Arzneibuches, 2. — **Scheiber**: Ermittelung von Giftstoffen, mit Demonstrationen, 2. — **Sieverts**: Moderne Theorien in der anorganischen Chemie, 1. — **Ostwald**: Experimentelle Kolloidchemie, 2. — **Waentig**: Grundlagen der analytischen Chemie, 1. — **Schaefer**: Spezielle anorganische Chemie unter Berücksichtigung neuerer Forschungen, mit Demonstrationen, 2; Die Wandlungen des Atombegriffs, 1 *g*. — **Reddelien**: Physikalisch-Chemisches aus der organischen Chemie, 1. —

Bruns: Himmlische Mechanik, 4; Praktische Arbeiten in der Sternwarte, *g*. — **Hölder**: Mechanik, 5, Übungen (mit König), 1 *g*; Grundlagen der Arithmetik, 2. — **Rohn**: Anwendung der Differentialrechnung auf Raumkurven und Flächen, 4, Übungen, 1 *g*; Darstellende Geo-

metrie II, 2, Übungen (mit König), 2. — **Herglotz**: Differential- und Integralrechnung, 5, Übungen, 14tägig, 2 *g*; Variationsrechnung, 2. — **Koebe**: Analytische Geometrie des Raumes und Determinanten, 4, Übungen, 14tägig, 1 *g*; Funktionentheorie II, 2; Über das Raumproblem, 1. — **König**: Einführung in die Zahlentheorie II, 2. —

Universität Marburg.

Richarz: Experimentalphysik: Wärme, Magnetismus und Elektrizität, 5. Elementarmathematische Ergänzungen, 1; Physikalisches Kolloquium, 2 *g*; Physikalisches Praktikum (mit Feußner und Schulze), 6; Leitung eigener Untersuchungen, tägl. — **Feußner**: Theoretische Physik: Wärme, 4; Theoretisch-physikalisches Seminar, 2 *g*. — **Schulze**: Elektromagnetische Wellen, 2. — **Take**: Hochfrequente Wechselströme, mit Demonstrationen und besonderer Anwendung auf drahtlose Telegraphie und Telephonie, 1. —

Zincke: Experimentalchemie II: Organische Chemie, 5; Praktische Übungen in der anorganischen, organischen und analytischen Chemie sowie selbständige chemische Arbeiten (mit Fries), tägl., für Mediziner, halbtägig; Praktisch-chemischer Kurs für Mediziner (mit Fries), 3. — **Schmidt**: Über die Ausmittlung von Giften, 1 *g*; Praktische Übungen in der analytischen und forensischen Chemie, sowie in der Untersuchung der Nahrungs- und Genußmittel und selbständige chemische Arbeiten (mit Keller). — **Thiel**: Physikalische Chemie II, 3; Einführung in die physikalische Chemie und theoretisch-chemische Übungen, 1 *g*; Anleitung zu selbständigen physiko-chemischen und chemischen Untersuchungen, tägl.; Photochemisches und photographisches Praktikum, für Anfänger und Fortgeschrittene (mit Stuchtey), 2; Anleitung zu Demonstrationsversuchen für künftige Oberlehrer (mit Flade), 2. — **Reißert**: Chemie der organischen Farbstoffe, 1. — **Fritsch**: Pyridinderivate, 1 *g*. — **Fries**: Ausgewählte Kapitel aus der anorganischen Chemie, 3; Chemische Technologie für künftige Verwaltungsbeamte, 2; Chemisches Kolloquium, 2 *g*; Chemisches Repetitorium für Mediziner: Anorganische Chemie, 1. — **Keller**: Organische Chemie mit besonderer Berücksichtigung der Pharmazie und Medizin, 6; Zusammensetzung und Untersuchung von Nahrungs- und Genußmitteln, 2; Prüfung von Arzneimitteln I: Anorganische Präparate, 1 *g*; Übungen im Sterilisieren, 2. — **Flade**: Grundlagen der analytischen Chemie, 1; Die neueren Fortschritte der Photochemie, 1. —

Hensel: Zahlentheorie, 4; Elliptische Funktionen, 3; Mathematisches Seminar, 1 *g*. — **Neumann**: Ausgewählte Kapitel der analytischen Geometrie, 3; Höhere Potentialtheorie, 4; Mathematisches Seminar, 2 *g*. — **v. Dalwigk**: Krümmungstheorie ebener Kurven, 2; Geodäsie, 3; Mathematische Näherungsmethoden und numerisches Rechnen, 1 *g*; Übungen aus der darstellenden Geometrie für Vorgerückte, 2. — **Hellinger**: Differential- und Integralrechnung II, 4; Mathematische Übungen für niedere Semester: Differential- und Integralrechnung, analytische Geometrie, 2; Grundlagen der Geometrie, 1. —

Universität München.

Röntgen: Experimentalphysik I: Mechanik, Akustik, Licht, 5; Anleitung zu selbständigen Arbeiten, tägl.; Praktische Übungen im Physikalischen Laboratorium (mit Koch und Wagner), 12; Handfertigkeitskurs, 6. — **Sommerfeld**: Theoretische Optik nebst Einführung in ihre elektromagnetischen Grundlagen, 4; Ausgewählte Fragen aus der Quantentheorie, für Vorgeschrittenere, 2 *g*; Seminar: Demonstrationen und Übungsaufgaben zur Optik, 2 *g*; Anleitung zu selbständigen Arbeiten im Institut für theoretische Physik, tägl. — **Graetz**: Experimentalphysik I: Einleitung, Wärme, Elektrizität, 5; Einleitung in die theoretische Physik I, 3; Physikalisches Praktikum: Übungen in physikalischen Demonstrationen, 4; Anleitung zu selbständigen Arbeiten aus der Physik, tägl. *g*. — **Donle**: Einführung in die elektromagnetische Theorie des Lichtes, 2. — **Koch**: Einrichtung und Handhabung des Mikroskops (allgemeinverständlich), 1. — **Schmauß**: Allgemeine Meteorologie und Klimatologie, 4. — **Wagner**: Strahlen der positiven Elektrizität: α-Strahlen des Radiums, Kanalstrahlen, Anodenstrahlen, mit Experimenten, 1. —

v. Baeyer: Unorganische Experimentalchemie, 5; Praktische Arbeiten im Chemischen Laboratorium (mit Piloty, Vanino, Prandtl in der unorganischen, mit Piloty, Vanino, Dimroth, Dieckmann und Wieland in der organischen Abteilung), tägl. außer Sonnabend; Praktische Arbeiten im Chemischen Laboratorium für fortgeschrittenere Mediziner (mit Piloty), ganz- oder halbtägig; Chemisches Praktikum für Mediziner (mit Piloty und Vanino), 4. — **Paul**: Organische Chemie mit besonderer Berücksichtigung ihrer Anwendung, 5; Pharmazeutisch-chemische Präparatenkunde: Anorganische Präparate, 3; Nahrungsmittelchemie I, mit Exkursionen, 2; Chemisches Praktikum: Praktische Übungen, einschließlich physikalisch-chemischer, elektrochemischer und nahrungsmittelchemischer Arbeiten im Laboratorium für angewandte Chemie, tägl. außer Sonnabend; Pharmazeutisch-chemisches Praktikum: Praktische Übungen, einschließlich der Übungen in den für den Apotheker wichtigen Sterilisationsverfahren (die pharmazeutisch-chemischen Übungen mit Heiduschka), tägl. außer Sonnabend. — **Piloty**: Analytische Chemie I, 3; Elektrolytisches Praktikum, ganztägig. — **Dimroth**: Teerfarbstoffe und ihre Anwendungen, 3. — **Prandtl**: Spezielle unorganische Experimentalchemie II: Metalloide und Schwermetalle, 4; Praktikum für Gasanalyse, 4. — **Dieckmann**: Stereochemie, 1 *g*. — **Wieland**: Anorganische Technologie, mit Ausschluß der Metalle, 2, Exkursionen, *g*. — **Heiduschka**: Harnanalyse, 1; Gerichtliche Chemie I: Ausmittelung von Giften, 2; Galenische Präparate, ihre Darstellung und Prüfung mit Berücksichtigung der modernen maschinellen Hilfsmittel, 1. — **Schlenk**: Elemente der physikalischen Chemie I, 2. — **Pummerer**: Hydroaromatische Verbindungen und Terpene, 1. — **Meyer**: Kolloidchemie, 1. —

Lindemann: Analytische Geometrie der Ebene, 4; Analytische Mechanik, 4; Über die Grundlagen der Geometrie, 2; Mathematisches Seminar, 1½ *g*. — **v. Seeliger**: Astrophysik, 4; Astronomisches Kolloquium. — **Voß**: Differentialrechnung, 4; Einleitung in die Theorie der algebraischen Kurven, 3; Mathematisches Seminar, 2 *g*. — **Pringsheim**: Algebra, 4; Elemente der Funktionentheorie, 4. — **Brunn**: Elemente der höheren Mathematik und der darstellenden Geometrie, 4. — **Großmann**: Sphärische Astronomie, 2. — **Hartogs**: Integralrechnung, 4, Übungen, 1 *g*; Differentialrechnung (Fortsetzung), 2, Übungen, 1 *g*. — **Böhm**: Elementare Einführung in die Technik der Lebensversicherung: Elemente der Versicherungsrechnung, mit Übungen, 4; Mathematische Statistik, 2; Einführung in die Theorie der Integralgleichungen, 2. —

Technische Hochschule München.

Ebert: Experimentalphysik I: Mechanik, Wärmelehre, Elektrophysik I, 6; Physikalisches Praktikum, 4 oder 8; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten auf dem Gebiete der Physik, nach Verabredung. — **Fischer**: Grundzüge der Physik I: Mechanik, Akustik, Wärme, 3; Apparate und Methoden des physikalischen Unterrichts an Mittelschulen I: Mechanik, Elastizität, Wärme, 3; Elektrizität und Magnetismus, 4. — **Knoblauch**: Anwendungen der Thermodynamik auf physikalisch-chemische Erscheinungen, 2; Technisch-physikalisches Praktikum, 4; Anleitung zur Ausführung wissenschaftlicher Arbeiten auf dem Gebiete der technischen Physik, nach Verabredung. — **Emden**: Harmonische Funktionen (Fouriersche Reihen, Kugelfunktionen, Zylinderfunktionen) und Anwendungen derselben auf physikalische Probleme, 3, Übungen, 1; Meteorologie und Klimatologie, 2. — **Dieckmann**: Luftelektrizität, 1; Ausgewählte Kapitel aus der drahtlosen Telegraphie, 1, Übungen, 4. — **von und zu Aufseß**: Populäre Astrophysik I, 2. — **Schröter**: Mechanische

Wärmetheorie: Technische Thermodynamik, 2, Übungen, 1. — **Voit**: Angewandte Physik: Heizung, Lüftung, Akustik der Gebäude, Blitzableiter, 3, Schwachstromtechnik: Telegraphie, Telephonie und drahtlose Telegraphie, 2. — **Heinke**: Einführung in die Elektrotechnik, 4; Elektrische Meßtechnik, 3; Elektrotechnisches Praktikum I: Meßtechnik und Photometrie, für Elektroingenieure, 8. — **Ossanna**: Theorie und Konstruktion der elektrischen Maschinen I: Gleichstrommaschinen und Umformer, 3, II: Synchrongeneratoren und Synchronmotoren, 3; Elektrotechnisches Praktikum II: Messungen an Maschinen, Umformern und Transformatoren, für Elektroingenieure, 8; Wechselstrom-Kommutatormotoren, 2; Entwerfen von elektrischen Maschinen, 4. — **Kadrnozka**: Bau und Betrieb elektrischer Anlagen I: Verwertung elektrischer Arbeit: a) Elektrische Kraftbetriebe, 2, b) Elektrische Bahnen, 3, II: Erzeugung und Verteilung elektrischer Arbeit, 2, Übungen: Entwerfen elektrischer Anlagen, 4. — **Urban**: Unterrichtskurse in praktischer Photographie, 6 Nachmittage. —

Muthmann: Unorganische Experimentalchemie einschließlich der Grundzüge der physikalischen Chemie, 6; Chemisches Praktikum im analytischen und elektrochemischen Laboratorium, 10, 20 oder 30; Spezielle Arbeiten auf dem Gebiete der unorganischen Chemie und der Elektrochemie, 30. — **Lipp**: Chemie der aromatischen Verbindungen, 2; Chemisches Praktikum im organischen Laboratorium, 20 bis 30; Spezielle Arbeiten auf dem Gebiete der organischen Chemie, 30. — **Rohde**: Heterozyklische Verbindungen II: Pyridin-, Chinolin- und Isochinolinverbindungen einschließlich der wichtigsten zugehörigen Alkaloide, 1; Chemie der hydroaromatischen Verbindungen, 1. — **Hofer**: Analytische Chemie der Metalle und Metalloide nebst Gewichts- und Maßanalyse II, 2; Theoretische Elektrochemie, 2. — **Schultz**: Chemische Technologie II: Brennmaterialienlehre und Feuerungskunde, 3; Praktikum im chemisch-technischen Laboratorium, 20 bis 30; Spezielle Arbeiten auf dem Gebiete der technischen Chemie, 30; Chemisch-technische Übungen: Chemisch-technische Analyse, Färberei, 4. — **Lintner**: Chemische Technologie des Wassers und der Kohlehydrate (Landwirtschaftliche Technologie I), 3; Gärungschemisches Praktikum nebst Übungen in der Untersuchung von Nahrungs- und Genußmitteln, bis 30. —

v. Dyck: Höhere Mathematik I, 6, Übungen, 3; Einleitung in die Cauchy-Riemannsche Funktionentheorie, 4, Übungen, 2; Mathematisches Seminar (Kolloquium) (mit Finsterwalder, Burkhardt, Liebmann), 2. — **Burkhardt**: Höhere Mathematik III, 5, Übungen, 2; Näherungsweise Integration von gewöhnlichen Differentialgleichungen, 2, Übungen, 1. — **Doehlemann**: Grundzüge der höheren Mathematik I, 4, Übungen, 2; Darstellende Geometrie I, 4, Übungen, 4. — **Liebmann**: Elementare Mathematik: Kreissysteme, Theorie der geometrischen Konstruktionen, Einführung in die Algebra, 4, Übungen, 1; Trigonometrie, 3, Übungen, 1; Synthetische Geometrie der Flächen zweiten Grades, 2. — **Finsterwalder**: Photogrammetrie, 2, Übungen, 1; Darstellende Geometrie I, 4, Übungen, 4. — **Schmidt**: Vermessungskunde I, 4, Praktikum, 2; Landesvermessung, 4; Katastertechnik mit besonderer Berücksichtigung der Entwicklungsgeschichte und derzeitigen Gestaltung des bayerischen Katasters I, 3, Praktikum III: a) Meßübungen, 4, b) Rechenübungen, 4; Kartierungsübungen, 4. — **Bischoff**: Rechnungsmethoden der K. Bayer. Katasterverwaltung, 1; Graphisches und mechanisches Rechnen: Rechenschieber, Rechenmaschinen, Planimeter usw., 1. — **Großmann**: Elemente der Astronomie, 2. — **N. N.**: Anleitung zur rechnerischen Ausarbeitung geodätischer Aufnahmen, Übungen, 2. — **Föppl**: Technische Mechanik II: Graphische Statik, 3, Übungen, 2, III: Festigkeitslehre, 4. —

Universität Münster.

Schmidt: Experimentalphysik: Elektrizität und Optik, 5; Physikalisches Praktikum für Anfänger (mit Matthies), 3 und 6, für Fortgeschrittene (mit Konen), tägl.; Physikalisches Seminar (mit Konen und Matthies), 14tägig, 2 *g*. — **Konen**: Einführung in die theoretische Physik, 4, Übungen, 1 *g*; Übungen in Demonstrationsversuchen und in der Anfertigung einfacher Apparate (mit Ley), 3. — **Matthies**: Kinetische Gastheorie, 2. —

Salkowski: Anorganische Chemie, 5; Die zyklischen Verbindungen, 2 *g*; Chemisches Praktikum, tägl. außer Sonnabend, für Mediziner (mit Kaßner und Ley), 6; Leitung wissenschaftlicher Arbeiten (mit Ley), tägl. außer Sonnabend. — **Ley**: Physikalische Chemie I, 2; Chemisches Kolloquium, 1 *g*. — **Kaßner**: Maßanalyse, 1 *g*; Organische Chemie, mit besonderer Berücksichtigung der Medizin und Pharmazie, 4; Kolloquium über pharmazeutische Präparate und die Gegenstände des Deutschen Arzneibuchs, 1; Ausgewählte Kapitel der chemischen Technologie, mit besonderer Berücksichtigung der Technologie des Wassers, 1; Pharmazeutisch-chemische und toxikologische Übungen im Laboratorium, Darstellung chemischer Präparate, Übungen in Maßanalyse, Gasanalyse und Elementaranalyse, für Vorgerücktere Bearbeitung selbständiger wissenschaftlicher oder technischer Aufgaben, tägl. außer Sonnabend. — **König**: Übungen im Laboratorium der Landwirtschaftlichen Versuchsstation, tägl. *g*. — **Bömer**: Chemie der Nahrungs- und Genußmittel, 2 *g*; Repetitorium der Nahrungsmittelchemie, 1 *g*. —

v. Lilienthal: Differential- und Integralrechnung II, 4, Übungen, 1 *g*; Krümmungstheorie der Kurven und Flächen, 4; Politische Arithmetik und Versicherungsmathematik, 2; Übungen des mathematischen Unterseminars, 2 *g*. — **Killing**: Analytische Geometrie II, 4, Übungen, 1 *g*; Determinanten und niedere Algebra, 2; Theorie und Anwendung der elliptischen Funktionen, 2; Übungen des mathematischen Oberseminars, 2 *g*. — **Timpe**: Synthetische Geometrie, 3; Graphische Statik, 2, Übungen, 2 *g*. — **Schewior**: Ausgleichung der Beobachtungsfehler, 2, Übungen (mit Timpe), 1 *g*; Grundlagen der Landesaufnahme, mit Einschluß der Arbeiten in den Kolonien, mit Lichtbildern, 1; Geographische Ortsbestimmung, Übungen im Beobachten und Rechnen, nach Verabredung *g*. — **Plaßmann**: Beobachtung und Theorie der veränderlichen Sterne, 2; Anfangsgründe der Bahnbestimmung bei Kometen und Planeten, 2; Übungen im Beobachten und Rechnen, 2 *g*; Die Fixsterne, 2 *g*. —

Akademie Posen.

Spies: Wärmelehre, 2; Radium und Röntgenstrahlen, 1; Physikalisches Kolloquium, 1; Praktische Übungen, 3; Übungen für Vorgeschrittene, nach Verabredung. —

Wörner: Einführung in die anorganische Chemie, 2; Chemische Übungen für Anfänger, 2; Physiologisch-chemischer Kursus, für Ärzte, Chemiker, Apotheker, 2; Chemische Übungen für Geübtere, nach Verabredung. —

Kummerow: Differentialrechnung, 3. — **Könnemann**: Allgemeine Physik des Himmels, 1. —

Universität Prag.

Lampa: Experimentalphysik I, 5; Physikalisches Praktikum I: a) für Physiker und Mathematiker, 6, b) für Chemiker und Naturhistoriker, 3; Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten für Vorgeschrittene, tägl. *g*. — **Spitaler**: Meteorologie II: Luftdruck und Luftbewegung, 3; Die Achsenschwankungen der Erde, 2. —

Meyer: Anorganische Chemie, 5; Chemische Übungen, tägl. außer Sonnabend, für Mediziner, 20; Anleitung zu wissenschaftlichen Untersuchungen für Vorgeschrittene, tägl. *g*; Übungen im Übersetzen fremdsprachiger chemischer Abhandlungen, für Vorgeschrittene, 1 *g*; Übungen in der Ausführung von Vorlesungsexperimenten, für Lehramtskandidaten, 2. — **Rothmund**: Physikalische Chemie I, 4; Kolloide Lösungen, 1; Anleitung zu wissenschaftlichen Untersuchungen, für Vorgeschrittene, tägl. außer Sonnabend. — **Kirpal**: Pharmazeutische Chemie, 4. — **Hönig-**

schmid: Analytische Chemie, 3. — **Fortner**: Chemie der Nahrungsmittel mit praktischen Übungen, 3. —

Pick: Funktionen einer komplexen Veränderlichen, 3; Elemente der Zahlentheorie, 2; Übungen im Seminar, 2 *g*. — **Weinek**: Bahnbestimmung der Kometen und Planeten, 3. — **Scheller**: Grundzüge der Astrophysik, 2. —

Technische Hochschule Prag.

Tuma: Physik: Metrologie, Fundamentalsätze der Mechanik, Mechanik physikalischer Körper, Hydrostatik und Hydrodynamik, Aerostatik und Aerodynamik, Wellenlehre, Akustik, Optik, Wärmelehre, Molekulartheorie, 5, für Kulturingenieure und Geodäten, 3; Physikalisches Praktikum für Chemiker, 3, für Lehramtskandidaten, 6. — **Außerwinkler**: Photographie, 1, Übungen, 4. — **Pichl**: Meteorologie und Klimatologie, 3. — **Puluj**: Allgemeine Elektrotechnik, 4, Praktische Übungen, 4; Ausgewählte Kapitel der Wechselstrom-Elektrotechnik, 2. —

Hönigschmid: Anorganische Chemie, 5; Analytische Chemie (anorganisch, qualitativ), 2; Übungen im anorganisch-chemischen und anorganisch-analytischen Laboratorium I und II, tägl. außer Sonnabend; Anleitung zu wissenschaftlichen chemischen Untersuchungen für Geübtere, 30. — **N. N.**: Organische Chemie, 4; Analytische Chemie (organisch, qualitativ und quantitativ), 2; Übungen im organisch-chemischen und organisch-analytischen Laboratorium; Anleitung zu wissenschaftlichen chemischen Untersuchungen für Geübtere. — **Storch**: Chemie der Metalle und technische Metallgewinnung, 2; Die wissenschaftlichen Grundlagen der Maßanalyse, 1; Physikalische Chemie I: Chemische Statik und Dynamik, 2, IV: Elektrochemie, 3; Kleines physikalisch-chemisches Praktikum, 1, Übungen, 3; Anleitung zu wissenschaftlichen chemischen Untersuchungen, 15. — **v. Gintl**: Chemie der Nahrungs- und Genußmittel und Untersuchung von Rohstoffen und Gebrauchsgegenständen, 3, Übungen, 8; Elementar-Analyse organischer Verbindungen, 2, Übungen, 2; Methoden der quantitativen Mineralanalyse, 2; Enzyklopädie der technischen Chemie, 2. — **Ditz**: Chemische Technologie anorganischer Stoffe I, 6; Übungen im anorganisch-technologischen Laboratorium, tägl. außer Sonnabend. — **v. Georgievics**: Chemische Technologie organischer Stoffe I, 6½; Übungen im organisch-technologischen Laboratorium, tägl. außer Sonnabend. —

Carda: Mathematik I, 6, Übungen, 2; Elemente der höheren Mathematik, 6, Übungen, 1; Mathematik für Handelsschullehrer, 3; Ausgewählte Kapitel der Differential- und Integralrechnung, Elliptische Thetafunktionen, 2; Wahrscheinlichkeitsrechnung, 2. — **N. N.**: Mathematik II b, 5, Übungen, 2; Ausgewählte Kapitel der höheren Mathematik, 2. — **Rosmanith**: Versicherungsmathematik I, 4, II, 4; Politische Arithmetik, 2, Übungen, 2. — **Janisch**: Darstellende Geometrie, 5, Konstruktive Übungen, 8, 5 und 6, Übungen für Vorgeschrittene, 6; Geometrie der Lage, 3, Übungen, 4. — **N. N.**: Enzyklopädie der Mechanik II, 2; Mechanik I, 6, Repetitorium 1; Graphische Statik, 2, Konstruktive Übungen, 2. — **Haerpfer**: Elemente der niederen Geodäsie, 3, Übungen, 2; Theorie der Kartenprojektionen, 1. — **Adamczik**: Praktische Geometrie I: Niedere Geodäsie, 4½, Übungen, 2, Geodätischer Kurs, 2, III: Höhere Geodäsie, 3, Übungen, 2; Geodätisches Rechnen, Übungen, 2; Technisches Zeichnen A, 4. — **Grünwald**: Die neuesten Fortschritte in der syst. Bewegungslehre starrer Gebilde, 2. —

Universität Rostock.

Heydweiller: Experimentalphysik: Magnetismus, Elektrizität, Optik, 5; Physikalische Übungen: a) für Mathematiker und Naturwissenschaftler, mit Handfertigkeitsunterricht (mit Weber), 8, b) für Mediziner und Pharmazeuten, 4; Wissenschaftliche physikalische Arbeiten, tägl.; Physikalisches Seminar (mit Weber), 1. — **Weber**: Einführung in die theoretische Physik, 3; Elektromagnetismus, 2; Übungen zur theoretischen Physik. 1. —

Michaelis: Anorganische Chemie, 5; Übungen im chemischen Laboratorium: a) Großes chemisches Praktikum, tägl. außer Sonnabend, b) Kleines chemisches Praktikum, 9, c) Übungen für Mediziner, 4, d) Übungen für Nahrungsmittelchemiker (mit Kunckell), 4; Pharmazeutische Präparatenkunde, 2. — **Stoermer**: Analytische Chemie, 4; Gerichtlich-toxikologische Chemie, 2; Chemie der Riechstoffe, mit besonderer Berücksichtigung der Terpen- und Kampferchemie, 1. — **Honcamp**: Agrikulturchemie I: Pflanzenernährung, 2; Agrikulturchemisches Praktikum, tägl. — **Kümmell**: Chemische Verwandtschaftslehre: Statik, Kinetik, Thermochemie, Photochemie, 4; Kleines physikochemisches Praktikum, 4; Physikochemisches Vollpraktikum: Leitung selbständiger Arbeiten, tägl. — **Kunckell**: Examinatorium der Chemie mit Gesetzeskunde für Pharmazeuten, 2; Exkursionen zur Besichtigung chemischer bzw. chemisch-technischer Betriebe, *g*; Einführung in die Nahrungsmittel- und Harnanalyse, 1. —

Staude: Analytische Geometrie der Ebene, 4; Theorie der analytischen Funktionen, 4; Mathematisches Seminar, 2. —

Universität Straßburg.

Braun: Experimentalphysik II: Wärme, Akustik, Elektrizität, 5; Physikalische Übungen, 13, Übersichtskursus für Mediziner, 3; Wissenschaftliche physikalische Arbeiten, tägl. außer Sonnabend; Physikalisches Kolloquium (mit Cohn), 2 *g*. — **Cohn**: Einleitung in die theoretische Physik, 3; Die neuere Entwicklung der Elektrodynamik, 2; Wissenschaftliche physikalische Arbeiten. — **Mandelstam**: Elektromagnetische Schwingungen und drahtlose Telegraphie (experimentell), 2. — **Papalexi**: Elektrische Entladungen in Gasen: Elektronik, mit Experimenten, 1. — **Hergesell**: Die Gesetze des Luftwiderstands, 1. —

Thiele: Allgemeine Experimentalchemie, anorganischer Teil, 5; Chemisches Praktikum für Anfänger und Vorgeschrittene (mit Wedekind und Straus), tägl. außer Sonnabend; Kolloquium über neuere chemische Literatur (mit Wedekind und Straus), 14tägig, 1 *g*, für Anfänger, mit besonderer Berücksichtigung der Bedürfnisse der Lehramtskandidaten, 14tägig, 1. — **Schär**: Pharmakognosie, 4; Pharmakognostische Demonstrationen, 1 *g*; Toxikologie, für Pharmazeuten, 2; Pharmakognostisch-mikroskopisches Praktikum (mit Rosenthaler), I, 3, II, 2—3; Übungen und Untersuchungen im Laboratorium des pharmazeutischen Instituts, tägl. außer Sonnabend; Chemisches Praktikum für Nahrungsmittelchemiker (mit Rosenthaler), tägl. außer Sonnabend. — **Rose**: Chemische Technologie der Metalloide, 3; Die Untersuchung und Reinigung des Wassers, 1 *g*. — **Wedekind**: Analytische Chemie: Qualitativer Teil, 2¼; Elektrochemie und Photochemie, 2; Physikochemisches und elektrochemisches Praktikum, 4. — **Kreutz**: Chemie der menschlichen Nahrungsmittel, ihre Gewinnung, Zusammensetzung, Untersuchung und Nachweis der Verfälschungen, 1. — **Straus**: Benzolderivate II, 1¾; Organische Reaktionen in ihrem Zusammenhang, 2. — **Rosenthaler**: Galenische Präparate, mit Berücksichtigung des 5. Arzneibuchs, 1. —

Weber: Differential- und Integralrechnung, 4; Elliptische Funktionen, 2; Geometrie der Zahlen, 1 *g*; Partielle Differentialgleichungen, 1½ *g*. — **Schur**: Projektive Geometrie, 4; Grundlagen der Geometrie, 2; Theoretische Mechanik, 1¼ *g*. — **Bauschinger**: Einleitung in die Mechanik des Himmels, 4; Praktische Übungen an den Instrumenten der Sternwarte, nach Verabredung, *g*. — **Simon**: Geschichte der Mathematik im Altertum, 3. — **Wellstein**: Algebraische Funktionen und ihre Integrale, 4; Riemannsche Flächen, 2. — **v. Mises**: Analytische Geometrie, 4; Integralgleichungen, 2; Anwendungen der Integralgleichungen, 1½. — **Epstein**: Zahlentheorie, 3. — **Wirtz**: Kartenentwurfslehre, 1. — **Speiser**: Differentialgleichungen und Transformationsgruppen, 2; Übungen im mathematischen Unterseminar, 1 *g*. —

Technische Hochschule Stuttgart.

Koch: Experimentalphysik: Mechanik, Wärme, Elektrostatik, Magnetismus, Elektrokinematik, 4. Mathematische Ergänzungen, 2; Übungen im physikalischen Institut (mit Maier) a) Physikalisches Praktikum, tägl. außer Sonnabend, b) Anleitung zu physikalisch-wissenschaftlichen Arbeiten, tägl.; Handfertigkeits-Praktikum in Physik für Vorgeschrittene, 2—3; Physikalisches Kolloquium, 2; Meteorologie (ausgewählte Kapitel), 1. — **Wallot**: Theoretische Physik: Theorie des Lichtes, 3—4. — **Veesenmeyer**: Grundlagen der Elektrotechnik I; Grunderscheinungen und Grundgesetze, I, II: Technische Anwendungen, 5; Elektrische Maschinen und Apparate I, 3; Elektrotechnische Maschinenkonstruktionen, für Elektroingenieure und Maschineningenieure, 8; Einrichtung und Betrieb elektrotechnischer Fabriken, 1; Projektieren elektrischer Anlagen, Übungen, 4. — **Emde**: Elektrische Beleuchtung: Lichtberechnungen und Lichtmessungen, 2; Elektrotechnische Meßkunde II, 2; Elektrotechnisches Laboratorium: Übungen II (mit Herrmann), III. — **Herrmann**: Elektrische Zentralanlagen und Leitungen, 2; Schwachstromtechnik, 2, Übungen, nach Verabredung; Theorie der Wechselströme, 2; Elektrotechnisches Laboratorium, Übungen II, 3; Grundzüge der Elektrotechnik, 2. —

v. Hell: Unorganische Chemie, 4; Organische Chemie, 5; Übungen im Laboratorium für reine und pharmazeutische Chemie (mit Kauffmann, Schmidt und Bauer), tägl. außer Sonnabend, — **Gutbier**: Elektrochemie, 2; Technische Chemie, 2; Analytische Chemie auf physikochemischer Grundlage, 1; Übungen im Laboratorium für Elektrochemie und Technische Chemie (mit Sauer), tägl. außer Sonnabend. — **Häußermann**: Chemische Technologie der Brenn- und Leuchtstoffe, 2. — **Küster**: Pharmazeutische Chemie (unorganisch), 2; Chemie der Nahrungsmittel, Genußmittel und Gebrauchsgegenstände, 2. — **Kauffmann**: Farbenchemie unter besonderem Eingehen auf die Chemie mehrkerniger Benzolderivate, 2; Radioaktivität und Elektronik, 1. — **Schmidt**: Analytische Chemie, 2; Einführung in die Stöchiometrie, 1; Ausgewählte Kapitel der organisch-chemischen Technologie, 2. — **Bauer**: Die chemische Untersuchung des Harns, mit Übungen, 2; Stereochemie, 1. — **Philip**: Maßanalyse, 1. — **Rohland**: Technologie der Mörtelmaterialien, 1 *g*; Unorganische Chemie mit Berücksichtigung technischer Prozesse, 1 *g*. — **Brunner**: Photographie, 1. —

Haller: Ebene und sphärische Trigonometrie, 2; Trigonometrische Übungen, 2 und 1. — **Stübler**: Niedere Analysis, 4; Elemente der Differential- und Integralrechnung, 3, Übungen, 1. — **Kutta**: Höhere Mathematik II, 3, Übungen, 2; Mathematisches Seminar, 2. — **Wölffling**: Höhere Algebra, 3. — **Mehmke**: Mathematisches Seminar, 1; Darstellende Geometrie (mit Stübler), 3, Übungen, 4; Graphisches Rechnen, 1, Übungen (mit Stübler), 2; Vektoren- und Punktrechnung (mit Stübler), 3, Übungen, 1; Analytische Mechanik (mit Stübler), 3, Übungen, 1. — **Kommerell**: Geometrische Transformationen, 2. — **Roth**: Schattenkonstruktionen und Beleuchtungskunde, 4. — **Kriemler**: Technische Mechanik, 6, Übungen, 2. — **Heer**: Plan- und Geländezeichnen, 4. — **v. Hammer**: Ausarbeitung der geodätischen Aufnahmen, 2; Praktische Geometrie I: Vermessungskunde, 3, Übungen, 6; Geodätische Übungen (mit Heer), 4; Ausgleichungsrechnung: Methode der kleinsten Quadrate, 2; Direkte Zeit- und geographische Ortsbestimmung, mit Übungen, 2. —

Universität Tübingen.

Paschen: Experimentalphysik: Schall, Wärme, Magnetismus, Elektrizität, 5; Physikalische Übungen für Anfänger, 4, für Fortgeschrittene, halbtägig; Selbständige wissenschaftliche Untersuchungen, ganztägig, — **Meyer**: Theorie des Lichtes, 3; Übungen im Seminar, 1. —

Wislicenus: Allgemeine Chemie I: Anorganische Chemie, 5, Ergänzungen, 1; Praktische Übungen im chemischen Laboratorium für Anfänger und Fortgeschrittene, tägl. a) analytisch-chemisches Praktikum (mit Bülow), b) chemisch-pharmazeutisches Praktikum (mit Weinland), c) Präparative Arbeiten (mit Kliegl), d) Physikalisch-chemische Übungen (mit Magnus), e) Anleitung zu selbständigen Untersuchungen auf dem Gebiete der physikalischen Chemie (mit Bülow, Weinland, Kliegl und Magnus), f) Abgekürztes chemisches Praktikum für Nichtchemiker. — **Thierfelder**: Organische Chemie für Mediziner, 4; Praktisch-chemische Übungen für Anfänger I: Qualitative Analyse, 6, II: Quantitative Analyse, 6; Physiologisch-chemische Arbeiten für Geübtere, tägl. — **Bülow**: Analytische Chemie der Alkalien, alkalischen Erden und der Schwefelammoniumgruppe mit besonderer Rücksicht auf die praktischen Übungen im chemischen Laboratorium, 3; Chemische Technologie der künstlichen organischen Farbstoffe unter Berücksichtigung der diesbezüglichen Patentliteratur mit Übungen im Entwerfen von Patenten, 2; Repetitorium der Chemie für Mediziner, 3. — **Weinland**: Maßanalyse I: Chemie der Arzneistoffe I (anorganischer Teil), 2; Chemie der Nahrungsmittel, 1. — **Kliegl**: Zyklische Verbindungen II: Mehrkernige Benzolderivate und heterozyklische Verbindungen, 2. — **Magnus**: Allgemeine physikalische Chemie, 2. —

v. Brill: Einführung in die höhere Mathematik, 4; Über nicht starre Systeme und die Mechanik von Hertz, 3; Übungen im mathematischen Seminar, 2. — **Maurer**: Niedere Analysis, 4; Über Integralgleichungen, 3; Übungen im mathematischen Seminar, 2. — **Perron**: Integralrechnung, 4, Übungen, 1; Theorie der linearen Differentialgleichungen, 3. — **Happel**: Sphärische Trigonometrie mit Anwendungen, 2, Übungen, 1; Prinzipien und Differentialgleichungen der Mechanik, 2. — **Rosenberg**: Allgemeine Himmelskunde, 2; Photographie der Gestirne, 1; Leitung selbständiger astronomischer und astrophysikalischer Arbeiten für Fortgeschrittene, tägl. —

Universität Wien.

Lecher: Experimentalphysik für Lehramtskandidaten und Mediziner, 5. — **Exner**: Physikalisches Praktikum für Lehramtskandidaten, sowie für Chemiker und Naturhistoriker, 6; Physikalische Übungen für Vorgeschrittene, tägl. — **Hasenöhrl**: Thermodynamik, 3; Kinetische Gastheorie, 2; Proseminar für theoretische Physik, 1 *g*; Seminar für theoretische Physik, 1 *g*; Besprechung neuer Arbeiten über theoretische Physik (mit Ehrenhaft, Nabl und Frank), 1. — **Meyer**: Korpuskularstrahlung, 3. — **Ehrenhaft**: Elemente der analytischen Mechanik fester, flüssiger und gasförmiger Massen, Wärmelehre, 5. — **Haschek**: Physikalisches Praktikum für Vorgeschrittene, 8; Experimentalphysik mit besonderer Berücksichtigung der Pharmazeuten, 5. — **Przibram**: Physik des Nebels, 1. — **Nabl**: Die Zustandsgleichung der kinetischen Theorie der Materie, 1. — **Frank**: Theorie der Wechselströme und der drahtlosen Telegraphie, 2; Besprechung des physikalischen Lehrstoffs der Mittelschule: Optik und Elektrizität, 2. — **Trabert**: Ausgewählte Kapitel aus der theoretischen Meteorologie, 1; Erdmagnetismus (mathematisch), 1; Konversatorium, 1. — **Defant**: Die allgemeine Zirkulation der Atmosphäre, 1. — **Schmidt**: Einführung in die Erdbebenkunde, 1. — **Kohlrausch**: Physikalisches Praktikum für Lehramtskandidaten, 6, Ergänzungen: Ausgewählte Kapitel aus der physikalischen Meßtechnik, 1. — **Haas**: Geschichte der Physik I: Von den ältesten Zeiten bis zum Ende des 18. Jahrhunderts, 2, Besprechung ausgewählter Abschnitte aus physikalischen Klassikern, 1 *g*. —

Wegscheider: Theoretische und physikalische Chemie I, 5; Physikalisch-chemisches Kolloquium, 1 *g*; Chemische Übungen für Anfänger, tägl. außer Sonnabend, für Philosophen, halbtägig; Arbeiten im I. chemischen Laboratorium für Vorgeschrittene (mit Wenzel und Pollak), tägl. — **Goldschmiedt**: Experimentalchemie I: Anorganische Chemie für Philosophen, Mediziner und

Pharmazeuten, tägl. außer Sonnabend; Chemische Übungen für Anfänger und Vorgeschrittene, tägl. außer Sonnabend, für Mediziner, 4; Anleitung zu wissenschaftlichen chemischen Untersuchungen, tägl. — **Herzig**: Chemie der Benzolderivate, 5; Übungen aus pharmazeutischer Chemie für Pharmazeuten, tägl. außer Sonnabend. — **Schacherl**: Ausgewählte Kapitel der Chemie und Technologie der Nahrungsmittel, 2. — **Franke**: Anleitung zur Ausführung chemisch-wissenschaftlicher Arbeiten, tägl. außer Sonnabend; Maßanalyse, 1; Analytische Chemie im Anschlusse an die chemischen Übungen für Mediziner, 1. — **Pollak**: Chemische Technologie der pflanzlichen und tierischen Rohstoffe, mit Exkursionen, 3; Färberei-chemische Übungen, 5. — **Wenzel**: Chemische Technologie: Anorganische Großindustrie, 3. — **M. Kohn**: Die organische Synthese, 1. — **Abel**: Elektrochemie I: Thermodynamische Grundlagen, 2; Physikalisch-chemisches Konversatorium, 1. — **Moßler**: Ausgewählte Kapitel aus der Chemie der Pflanzeninhaltsstoffe, 1; Harnanalyse mit Mikroskopie des Sedimentes, 6 Wochen. — **Kailan**: Einführung in die Chemie und Technologie der Fette und Öle, 1. — **Zellner**: Pflanzenchemie I: Kohlehydrate und verwandte Stoffe, 2. —

v. Escherich: Bestimmte Integrale, 3; Differentialgleichungen, 2; Proseminar für Mathematik, 1 *g*; Seminar für Mathematik, 2 *g*. — **Wirtinger**: Höhere Algebra, 3; Elementarmathematik, 2, Übungen, 1 *g*; Mathematisches Seminar, 2 *g*. — **Mack**: Seminar: Kurs über darstellende Geometrie, 3 *g*. — **Furtwängler**: Differential- und Integralrechnung, 5, Übungen, 1, Proseminar: Übungen, 1 *g*; Seminar, 2 *g*. — **G. Kohn**: Einleitung in die synthetische Geometrie, 4, Übungen, 1 *g*; Geometrische Verwandtschaften, 2. — **Tauber**: Versicherungsmathematik I, 4; Mathematische Statistik I, 2. — **Blaschke**: Einführung in die mathematische Statistik I, 3. — **Hanni**: Die Cauchy-Riemannschen Differentialgleichungen, 1. — **Hepperger**: Sphärische Astronomie, 4. — **Oppenheim**: Neuere Methoden in der Mechanik des Himmels, 3, Übungen, 1; Methode der kleinsten Quadrate in Anwendung auf astronomische und geodätische Probleme, 2; Geschichte der Astronomie, 1 *g*. — **Ebert**: Ausgewählte Kapitel aus der Bahnbestimmung mit Rechenübungen, 4. —

Technische Hochschule Wien.

Jäger: Physik, 3; Ausgewählte Kapitel der Physik, 2; Optik für Geodäten, 2. — **Mache**: Physik, 5. — **Sahulka**: Elektrotechnik, $4^1/_2$, Übungen I (mit Reithoffer), 4; Elektrotechnische Meßkunde, 2. — **Reithoffer**: Enzyklopädie der Elektrotechnik, 2; Elektrische Schwingungen und Wellen, 2. — **Pichelmayer**: Dynamobau, 5, Konstruktionsübungen, 8; Elektrotechnik, Praktische Übungen II, 4. — **Hochenegg**: Elektrische Arbeitsübertragung, 3; Bau und Betrieb elektrischer Anlagen einschließlich Stromverteilung, 2, Übungen, 4. — **Jüllig**: Elektrische Telegraphie und Eisenbahn-Signalwesen, 2. — **Liznar**: Meteorologie und die wichtigsten Lehren der Klimatologie, 2. —

Bamberger: Allgemeine Experimentalchemie I: Anorganische Chemie, 6, Übungen, 20. — **Suida**: Allgemeine Experimentalchemie II: Organische Chemie II, 4; Die wichtigsten Kapitel aus der Chemie der aromatischen Verbindungen, 4; Chemische Technologie organischer Stoffe, 5, Übungen, 20. — **Vortmann**: Analytische Chemie, 4, Übungen, 20. — **Moser**: Qualitative chemische Analyse, 2. — **v. Jüptner**: Theoretische und physikalische Chemie II, 2; Chemische Technologie anorganischer Stoffe, 5, Übungen, 20; Technische Feuerungen, 5. — **Praetorius**: Physikalisch-chemisches Messen und Rechnen, 1. — **Skrabal**: Elektroanalyse, 2. — **Böck**: Chemie der synthetischen organischen Arzneimittel, 2. — **Paweck**: Theoretische Elektrochemie, 2. — **Abel**: Ausgewählte Kapitel aus der physikalischen Chemie I: Phasenlehre, 2. — **Klimont**: Chemie der hydroaromatischen Verbindungen und Terpene, 2. — **Lippmann**: Synthese der Benzolderivate, 3. — **Ulzer**: Technische Analyse organischer Stoffe, 2. — **Eder**: Photochemie und angewandte Photographie, 1; Photographisches Praktikum, 4. — **Strunz**: Geschichte der Naturwissenschaften und der Naturbetrachtung im Altertum I, 2; Geschichte der Chemie und Alchemie, 2; Übungen: Gemeinsame Lektüre und Besprechung der neueren Literatur über Geschichte der Naturwissenschaften und ihrer Grenzgebiete, 2. — **Strache**: Beleuchtungswesen und Gasindustrie, 2; Übungen im Laboratorium der Versuchsanstalt für Gasbeleuchtung, 1. — **Erban**: Chemische Textilindustrie I, 2. — **Ruß**: Neuere Verfahren der anorganisch-chemischen Großindustrie, $1^1/_2$. —

Zsigmondy: Mathematik I, 5, Korrepetitionen, 2. — **Rothe**: Mathematik I, 5; Fouriersche Reihen, nebst Anwendungen auf Physik und Elektrotechnik und Einführung in die Theorie der linearen Integralgleichungen, 2. — **Czuber**: Mathematik II, 5; Wahrscheinlichkeitsrechnung, 3. — **N. N.**: Grundlehren der höheren Mathematik, 4, Übungen, 1. — **Tauber**: Versicherungsmathematik I, 4, II, 2. — **Förster**: Politische Arithmetik, 2. — **Blaschke**: Einführung in die mathematische Statistik, 3. — **Müller**: Darstellende Geometrie und konstruktives Zeichnen, 5, Konstruktionsübungen, 6; Konstruktive Behandlung der Regelflächen, 2, Konstruktionsübungen, 2; Seminar für darstellende Geometrie, 2. — **Schmid**: Darstellende Geometrie und konstruktives Zeichnen, 4, Konstruktionsübungen, 6; Projektive Geometrie I, 3, Konstruktionsübungen, 2. — **Wieghardt**: Mechanik I: Mechanik der starren und flüssigen Körper, 5. — **Jung**: Mechanik I: Mechanik der starren und flüssigen Körper, 5, Übungen, 2; Graphische Dynamik, 1. — **Kirsch**: Mechanik II: Elastizitäts- und Festigkeitslehre, 5. — **Girtler**: Enzyklopädie der Mechanik, 5. — **Leon**: Die Entwicklung und der heutige Stand des Materialprüfungswesens, 2. — **Pollack**: Elemente der niederen Geodäsie, $4^1/_2$. — **Doležal**: Niedere Geodäsie, $7^1/_2$; Geodätisches Seminar, 2; Photographische Meßkunst: Photogrammetrie, $1^1/_2$, Übungen, 2. — **Dokulil**: Übungen zur niederen Geodäsie: Zimmerübungen, 5; Geodätisches Zeichnen: Situationszeichnen, 4, Geodätischer Kurs, 4; Technik des Katasterwesens, 2; Technische Terrainlehre, $1^1/_2$; Geodätische Rechenübungen, $2^1/_2$. — **Schumann**: Höhere Geodäsie, 2; Ausgewählte Kapitel aus höherer Geodäsie, 1; Übungen im Beobachten und Rechnen, 3. —

Universität Würzburg.

Wien: Experimentalphysik I: Mechanik, Akustik, Wärme, Magnetismus, 5; Praktische Übungen, 4 bzw. 10; Anleitung zu selbständigen Arbeiten, tägl. — **Cantor**: Theorie der Wärme, 4. — **Harms**: Ausgewählte Kapitel der theoretischen Physik, 2. —

Medicus: Chemische Technologie, 4; Pharmazeutische Chemie, organischer Teil, 5; Praktikum für Pharmazeuten, halb- und ganztägig; Kursus chemisch-technischer Analysen, 2 halbe Tage; Praktikum der angewandten Chemie und Nahrungsmittelanalyse, halb- oder ganztägig. — **Buchner**: Experimentalchemie I: Unorganische Chemie, 5; Analytisch-chemisches Praktikum (mit Manchot), tägl. außer Sonnabend; Chemisches Praktikum für Mediziner (mit Emmert), 6; Vollpraktikum für präparative Arbeiten, tägl.; Anleitung zu selbständigen Untersuchungen (mit Manchot), tägl.; Physikalisch-chemischer Einführungskurs (mit v. Halban), 8; Kolloquium (mit Manchot, Pauly, Emmert, v. Halban und Langheld), 14tägig, $1^1/_2$ *g*. — **Manchot**: Analytische Chemie, 3. — **Pauly**: Anleitung zu selbständigen Untersuchungen, tägl.; Besprechung von Tagesfragen der praktischen Chemie, 1 *g*. — **Emmert**: Ausgewählte Kapitel der anorganischen Chemie, 1; Besprechung ausgewählter Themen der allgemeinen Chemie (mit v. Halban), 1 *g*. — **v. Halban**: Einführung in die physikalische Chemie, 2. — **Langheld**: Experimentelle Durchführung schwieriger, für die Laboratoriumspraxis wichtiger chemischer Prozesse, 2. —

Rost: Analytische Mechanik I, 4; Theorie der ge-

wöhnlichen Differentialgleichungen, 4; Sphärische und praktische Astronomie mit Übungen auf der Sternwarte, 4; Proseminar: a) Kombinatorik und Determinantentheorie, 2, b) Ausgewählte Kapitel der Elementargeometrie, 2 *g*; Seminar: Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten, tägl. *g*; Seminar für Versicherungswissenschaft: Einführung in die höhere Mathematik, mit Übungen, 3 *g*. — **v. Weber**: Politische Arithmetik, 4; Algebra, 4; Analytische Geometrie der Ebene, 4; Seminar: Anwendungen der elliptischen Funktionen und Anleitung zu wissenschaftlichen Arbeiten, $1^1/_2$ *g*. — **Hilb**: Darstellende Geometrie, 4, Übungen, 4 *g*; Funktionentheorie, 4. —

Universität Zürich.

Kleiner: Experimentalphysik, 5; Physikalisches Praktikum für Anfänger, $^1/_2$ Tag, für Vorgerücktere, tägl. — **Greinacher**: Kathoden-, Röntgen-, Anoden- und Kanalstrahlen, mit Experimenten, 1. — **Rusch**: Vektoranalysis, 2. —

Werner: Anorganische Experimentalchemie, 6; Chemisch-analytisches Praktikum für Chemiker, tägl.; Chemisches Praktikum für Vorgerücktere: Präparative Arbeiten, Ausführung selbständiger Arbeiten, tägl.; Chemisches Halbpraktikum für Naturwissenschaftler, halbtägig. — **Abeljanz**: Qualitative chemische Analyse, 2; Anleitung zu chemischen Arbeiten im Laboratorium für Mediziner, 1; Chemisches-Kolloquium, 1 *g*; Chemisches Praktikum für Mediziner und Veterinäre, sowie für Naturwissenschaftler, 3 Tage, für Lehramtskandidaten, 6; Übungen im Untersuchen von Lebensmitteln, 4 oder 8. — **Pfeiffer**: Aromatische Chemie I, 2; Stereochemie, 2; Einleitung in die physikalische Chemie, 2. — **Jantsch**: Seltene Elemente, 2. — **Reichinstein**: Elektrochemie, 2; Radioaktivität, 1. — **Baudisch**: Anleitung zum präparativen Arbeiten, 2. —

Zermelo: Differential- und Integralrechnung I, 4; Elemente der Differentialgleichungen, 2; Einführung in die Mengenlehre, 2; Mathematische Übungen für Vorgeschrittene, 2. — **Weiler**: Darstellende Geometrie mit Übungen I, 4; Analytische Geometrie mit Übungen I, 4; Mathematische Geographie, 2; Synthetische Geometrie, 3. — **Gubler**: Algebraische Analysis, 2; Sphärische Trigonometrie mit Anwendungen, 1; Ausgewählte Kapitel der Differential- und Integralrechnung, 1. — **Wolfer**: Einleitung in die Astronomie, 3, Übungen, 2; Bahnbestimmung von Planeten und Kometen, 2. —

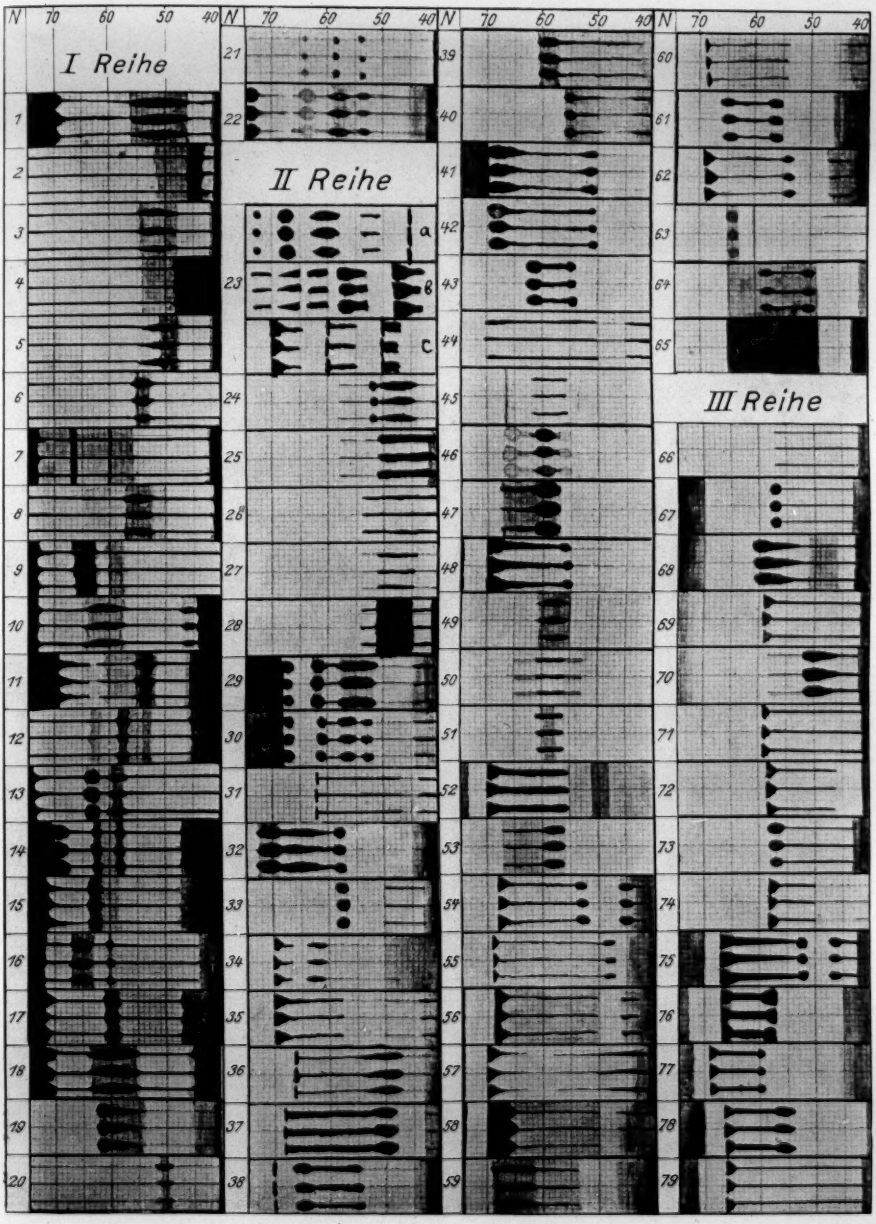
Technische Hochschule Zürich.

Weiß: Physik: Wärmelehre, 4, Repetitorium, 1; Physikalisches Praktikum für Anfänger, 4 und 8; Wissenschaftliche Arbeiten in den physikalischen Laboratorien, 8, 12 und 24. — **Schweitzer**: Physik I, 3, Repetitorium, 1; Optik, 2; Experimentalphysik I, 4, Repetitorium, 1; Physikalisches Praktikum für Anfänger, 4 und 8. — **Einstein**: Analytische Mechanik, 3; Thermodynamik, 2; Physikalisches Seminar, 2; Wissenschaftliche Arbeiten in den physikalischen Laboratorien, 8, 12 und 24. — **Cherbuliez**: Geschichte der Physik von Newton bis Ende des 18. Jahrhunderts V, 2; Galileis Leben und Werk, 1. — **Farny**: Elektrische Maschinen I, 3, Repetitorium, 1, Konstruktionsübungen, 6 und 9; Übungen in der elektrischen Abteilung, 3. — **Guggenheim**: Symbolische und graphische Berechnung elektrischer Fernleitungen, 2. — **Kuhlmann**: Allgemeine Elektrotechnik I, 2, II, 2; Elektrotechnische Meßkunde, 2; Elektrotechnisches Laboratorium I, 8, II, 4 und 8. — **Tobler**: Elektrische Signalapparate für Eisenbahnen, 2; Schwachstromtechnik I, 1. — **Wyßling**: Elektrische Anlagen I, 3, Konstruktionsübungen, 3. — **Barbieri**: Photographie I, 2; Photographisches Praktikum, 2; Militärphotographie, 2. —

Treadwell: Analytische Chemie, 2, Repetitorium, 1; Gasanalyse, mit Übungen, 1; Chemie, 2, Repetitorium, 1; Analytisches Praktikum, 16 bzw. 10; Analytisch-chemisches Praktikum, 24, für Vorgerücktere, tägl. — **Baur**: Physikalische Chemie II, 2, Repetitorium, 1; Allgemeine Elektrochemie, 2, Repetitorium, 1; Physikalisch-chemisches Praktikum, 8; Elektrochemisches Praktikum, 4 und 8; Physikalisch-chemisches und elektrochemisches Laboratorium für Vorgerücktere, tägl. — **Boßhard**: Anorganische chemische Technologie: Wasser, Salze, Säuren, 4, Repetitorium, 1; Chemische Technologie der Wärme und der Brennmaterialien, 2, Repetitorium, 1; Metallurgie, 2, Repetitorium, 1; Technisch-chemisches Praktikum, 16 und 24, für Vorgerücktere, tägl. — **Cérésole**: Organische Technologie I: Bleicherei, Färberei, Farbstoffe, 4, Repetitorium, 1; Technisch-chemisches Praktikum, 16 und 24, für Vorgerücktere, tägl. — **Constam**: Thermochemie, 1; Brennstoffkunde, 1. — **Hartwich**: Pharmakognosie, 5; Lebensmittelanalyse, mit Übungen, 2; Technische Mikroskopierübungen I: Fasern und Stärke, 4; Pharmazeutisch-chemisches Praktikum, 12; Mikroskopische Untersuchung pharmazeutischer Drogen, 4; Pharmakognostische Übungen für Vorgerücktere, tägl.; Gerichtlich-chemisches Praktikum, 16. — **Ott**: Beleuchtungsindustrie mit besonderer Berücksichtigung der Leuchtgasindustrie, 1. — **Schmidlin**: Chemie der hydroaromatischen Substanzen: Terpene und Kampfer, 1. — **N. N.**: Agrikulturchemie I: Pflanzenernährungslehre, 2; Landwirtschaftlich-chemische Technologie: Zucker- und Spiritusfabrikation, 2; Übungen im agrikultur-chemischen Laboratorium, 8 und 16; Agrikulturchemisches Praktikum für Vorgerücktere, tägl. — **Staudinger**: Anorganische Chemie, 6, Repetitorium, 1; Organische Chemie II: Benzolderivate, 2, Repetitorium, 1; Analytisches Praktikum, 16 bzw. 10; Analytisch-chemisches Praktikum, 24; Chemisches Praktikum für Vorgerücktere, tägl. — **Winterstein**: Anorganische Chemie, 4, Repetitorium, 1; Chemie der Milch und Milchprodukte, 1; Untersuchung landwirtschaftlich wichtiger Produkte, 1. —

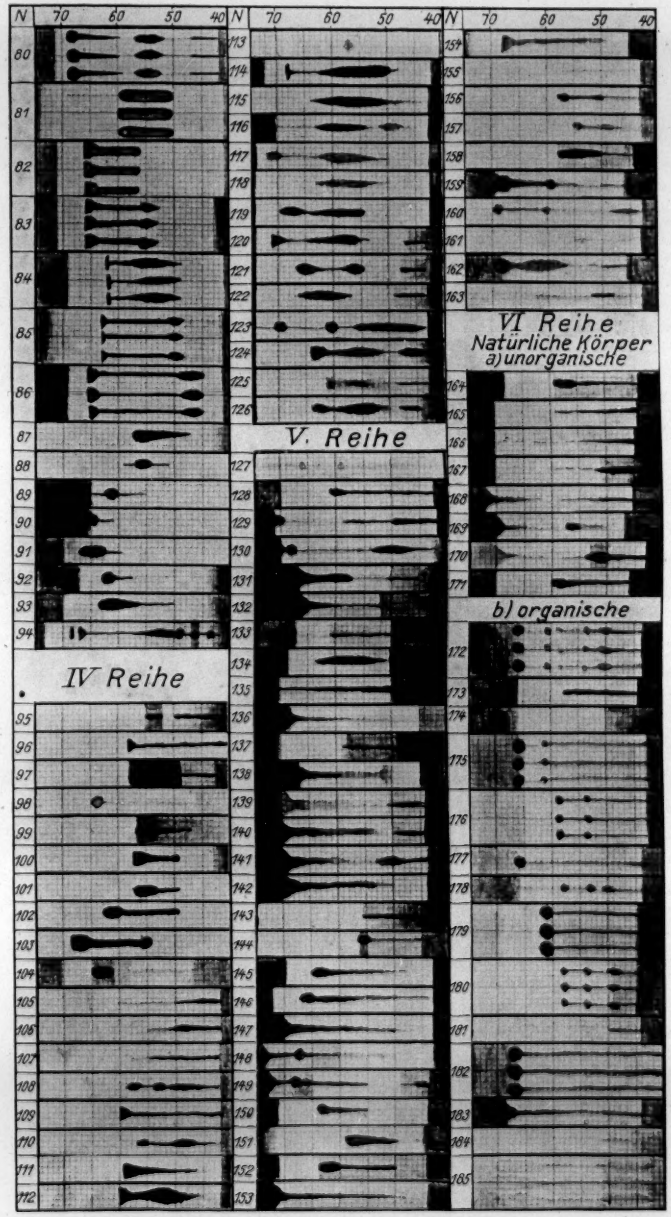
Hurwitz: Funktionentheorie, 4; Mathematisches Seminar (mit Großmann), 2. — **Amberg**: Versicherungsmathematik, 2. — **Baeschlin**: Vermessungskunde II, 4, Repetitorium, 1; Ausgewählte Kapitel aus der Vermessungskunde, 3, Übungen, 2, Repetitorium, 1; Geodätisches Praktikum, 2; Höhere Geodäsie, 3. — **Beyel**: Rechenschieber mit Übungen, 1; Darstellende Geometrie, 2; Projektive Geometrie, 1; Flächen 2. Grades, 2. — **Burger**: Graphische Vervielfältigung mit Übungen, 2. — **Dumas**: Ausgewählte Kapitel der Theorie der algebraischen Funktionen von einer und zwei unabhängigen Variabeln. — **Franel**: Höhere Mathematik I, 5, Repetitorium, 1, Übungen, 2, III, 3, Übungen, 1. — **Geiser**: Analytische Geometrie, 4, Repetitorium, 1, Übungen, 2; Elemente der Ballistik, 1. — **Grossmann**: Darstellende Geometrie, 4, Repetitorium, 1, Übungen, 4; Anwendungen der darstellenden Geometrie, 2, Übungen, 4; Projektive Geometrie, 4. — **Hirsch**: Höhere Mathematik I, 5, Repetitorium, 1, Übungen, 2, III, 3, Übungen, 1. — **Keller**: Mathematik, 4; Das Imaginäre in der Geometrie mit Anwendungen, geometrisch behandelt, 2. — **Kienast**: Elastizitätstheorie, 2 *g*; Funktionen reeller Variabeln und bestimmte Integrale, 2 *g*. — **Kollros**: Darstellende Geometrie, 4, Repetitorium, 1, Übungen, 4; Geometrie der Lage, 3, Mathematische Übungen, 2. — **Kraft**: Ausdehnungslehre I (Großmann), 1; Vektoranalysis I, 3, II, 3, III, 3; Geometrischer Kalkül V, 2. — **Rudio**: Höhere Mathematik, 5, Übungen, 2. — **Wolfer**: Einleitung in die Astronomie, 3, Übungen, 2; Bahnbestimmung von Planeten und Kometen, 2. — **Zwicky**: Planzeichnen, 3; Technisches Rechnen, 1; Flächenrechnen, 2; Mechanik, 3, Übungen, 2; Erd- und Straßenbau, 3, Übungen, 2; Kulturtechnik I, 2, Konstruktionsübungen, 2. —

Für die Redaktion verantwortlich Professor Dr. Friedrich Krüger in Danzig-Langfuhr. — Verlag von S. Hirzel in Leipzig.
Druck von August Pries in Leipzig.



N. Umow, Eine spektropolariskopische Methode zur Erforschung der Lichtabsorption und der Natur der Farbstoffe.

Verlag von S. Hirzel in Leipzig.



N. Umow, Eine spektropolariskopische Methode zur Erforschung der Lichtabsorption und der Natur der Farbstoffe.

Verlag von S. Hirzel in Leipzig.